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

Том 17. № 7. 2018 г. Издается с января 2002 г. Периодичность – ежемесячно

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

Ягудина А.А.
Международная конференция "Электромобили 2018" 291
Автомобили с двигателем внутреннего сгорания были, есть и останутся центральным сегментом мирового автопрома. Однако прогресс не стоит на месте, и постепенно появляются альтернативные транспортные средства. Среди вероятных "преемников" – и газомоторный транспорт, и почти экзотические машины на водороде, и электромобили. У каждого из них свои плюсы и минусы, явного лидера выделить пока сложно. Так, поклонники электромобилей превозносят их экологичность и надежность. О подводных камнях же в виде высокой стоимости и необходимости паркинга с розеткой обычно умалчивается.

Бузановский В.А.
Газовые наносенсоры 295
Представлены результаты разработок наносенсоров паров сжиженного нефтяного газа. Проведена систематизация указанных устройств и проанализированы их метрологические характеристики. Показана пригодность газовых наносенсоров для обеспечения взрывопожарной безопасности автогазозаправочного оборудования.

Ерохов В.И.
Конструктивные особенности современных газобаллонных транспортных средств. Лекция № 3. Часть 2. Конструктивные особенности современных газобаллонных транспортных средств при работе на компримированном природном газе 303
Приведены конструктивные и функциональные особенности современного газобаллонного автомобиля для работы на компримированном природном газе (КПГ). Изложены особенности конструкции и принцип действия системы питания и основных ее компонентов для работы на КПГ. Объяснен механизм и приведена оценка технической эффективности системы рециркуляции ОГ при работе на КПГ. Приведена принципиальная и конструктивная схема системы рециркуляции. Обобщен уровень технических и технологических решений систем питания КПГ современных автомобилей.

Ромодин Р.И., Коновалов И.А.
О перспективах автомобилей, работающих на углеводородных газах 319
Рост количества автомобильного транспорта в мире ведет к увеличенному потреблению топлива, а значит, и повышению количества вредных выбросов, приводящих к глобальному потеплению. Одним из способов уменьшения выбросов и урегулирования экологической обстановки является применение в ДВС газового углеводородного топлива, более чистого и экологически безопасного вида топлива.

Анциферова Т.А.
Обеспечение экологической безопасности производственных объектов топливно-энергетического комплекса 323
Рассмотрены основные проблемы поддержания экологической безопасности на производственных объектах топливно-энергетического комплекса страны, на примере ОАО "Сургутнефтегаз". Приведена последовательность проведения количественного анализа риска.

Завальный П.Н.
Экологическая эффективность топливно-энергетического комплекса РФ 326
Экологическая безопасность является одной из важнейших задач в условиях активного развития и внедрения новых технологий в промышленности. Топливно-энергетический комплекс стал основным источником загрязнения окружающей среды. Компании совместно с органами власти стараются эффективно решать вопросы по улучшению экологической ситуации и модернизации нефтегазодобывающих предприятий.

Топчий Ирина, Белов Александр
Выбор системы автоматизации для управления региональной сетью АЗК или АГЗК . . 328
В данной статье сделана попытка систематизировать требования, предъявляемые к информационным системам автоматизации бизнеса АЗК или АГЗК. Рассказано о функциональных, экономических, организационно-технических требованиях, а также об экономических показателях.

Измайлова Т.Н.
Ралли-рейд "Золото Кагана-2018" 331
С 12 по 14 апреля 2018 г. в Астрахани проходил ралли-рейд "Золото Кагана 2018". 56 экипажей (42 автомобиля и 14 мотоциклов и квадроциклов) из 33 городов России приехали на сложнейшую гонку сезона. "Золото Кагана" славится своими песками и непростой навигацией. Уже на административных и технических проверках произошел отсев участников: из 42 заявившихся в автомобильном зачете экипажей лишь 39 было допущено к соревнованиям.

Газомоторный словарь 333
За последние годы в нефтегазовой отрасли появилось много новых терминов, о которых можно узнать только в Интернете или специализированной литературе. Но книга и ноутбук не всегда могут оказаться под рукой. Редакция журнала АГЗК+АТ подготовила краткий Газомоторный словарь, воспользоваться которым и найти нужную информацию может наш читатель.

Новости 334–336

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 25.06.2018 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", 2018

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

Vol. 17. № 7. 2018 г. Published from January, 2002 Periodicity – monthly

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

CONTENTS

Yagudina A.A.
International Conference "Electric Vehicles 2018" 291
Cars with an internal combustion engine were, are and will remain the central segment of the world car industry. However, progress does not stand still, and alternative vehicles are gradually emerging. Among the likely "successors" – and gas engine transport, and almost exotic cars on hydrogen, and electric vehicles. Each of them has its pluses and minuses, it's difficult to single out an obvious leader. So, fans of electric cars extol their ecological compatibility and reliability. On the pitfalls of the same in the form of high cost and the need for parking with a socket is usually hushed up.

Buzanovskiy V.A.
Gas nanosensors 295
Development results of nanosensors of liquefied petroleum gas vapors are presented. Systemati-zation of these devices is carried out and their metrological characteristics are analyzed. The ability of nanosensors to ensure fire-explosion safety of auto gas refueling equipment is shown.

Erokhov V.I.
Design features of modern gas-cylinder vehicles. Lecture № 3. Part 2. Design features of modern gas-cylinder vehicles pi work on compressed natural gas 303
Design and functional features of the modern gas-cylinder car for work on the compressed natural gas (CNG) are resulted. Given the peculiarities of the structure and principle of operation of the power system and its basic components to operate on CNG. The mechanism is explained and the evaluation of the technical efficiency of exhaust gas recirculation system when working on CNG is given. The concept and design scheme of the recirculation system is given. The level of technical and technological solutions of power systems KPG modern cars.

Romodin R.I., Konovalov I.A.
On the prospects of cars working on hydrocarbon gases 319
The increase in the amount of road transport in the world leads to increased fuel consumption, and hence to an increase in the number of harmful emissions leading to global warming. One of the ways to reduce emissions and settle the environmental situation is the use of gasoline hydrocarbon fuel, cleaner and environmentally safe fuel, in the engine.

Anziferova T.A.
Providing ecological safety production of fuel and energy complex 323
The main problems of maintenance of ecological safety on production facilities of the fuel and energy complex of the country, on the example of OJSC "Surgutneftegas". The sequence of the quantitative risk analysis is presented.

Zavalny P.N.
Ecological efficiency of the fuel and energy complex of the Russian Federation 326
Environmental safety is one of the most important tasks in the conditions of active development and introduction of new technologies in industry. The fuel and energy complex has become the main source of environmental pollution. The companies together with the authorities are trying to effectively address issues related to the improvement of the environmental situation and the modernization of oil and gas producing enterprises.

Topchiy Irina, Belov Alexander
Selection of automation system for regional network management AZK or AGZK 328
In this article, an attempt is made to systematize the requirements for information systems for automating the business of the filling station or the AGZK.

Izmaylova T.N.
Rally-raid "Gold of Kagan-2018" 331
From April 12 to April 14, 2018, a rally-raid "Gold of the Kagan 2018" was held in Astrakhan. 56 crews (42 cars and 14 motorcycles and ATVs) from 33 cities of Russia came to the hardest race of the season. "Gold Kagan" is famous for its sands and complex navigation. Already on the administrative and technical checks, there was a screening of participants: out of the 42 crews announced in the automotive classification, only 39 were allowed to compete.

Gas engine dictionary 333
In recent years, many new terms have appeared in the oil and gas industry, which can only be found on the Internet or in specialized literature. But the book and laptop can not always be at hand. The editorial staff of the magazine AGZK + AT prepared a short Gasmotor dictionary, which our reader can use and find the necessary information.

News 334–336

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", 2018

УДК 621.8.03:629.33/36

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ "ЭЛЕКТРОМОБИЛИ 2018"

А.А. Ягудина, CREON Energy, г . Москва

Автомобили с двигателем внутреннего сгорания были, есть и останутся центральным сегментом мирового автопрома. Однако прогресс не стоит на месте, и постепенно появляются альтернативные транспортные средства. Среди вероятных "преемников" – и газомоторный транспорт, и почти экзотические машины на водороде, и электромобили. У каждого из них свои плюсы и минусы, явного лидера выделить пока сложно. Так, поклонники электромобилей превозносят их экологичность и надежность. О подводных камнях же в виде высокой стоимости и необходимости паркинга с розеткой обычно умалчивается.

Ключевые слова: *конференция; электромобиль; газомоторный транспорт; экологичность; инфраструктура.*

INTERNATIONAL CONFERENCE "ELECTRIC VEHICLES 2018"

Yagudina A.A., CREON Energy, Moscow

Cars with an internal combustion engine were, are and will remain the central segment of the world car industry. However, progress does not stand still, and alternative vehicles are gradually emerging. Among the likely “successors” - and gas engine transport, and almost exotic cars on hydrogen, and electric vehicles. Each of them has its pluses and minuses, it’s difficult to single out an obvious leader. So, fans of electric cars extol their ecological compatibility and reliability. On the pitfalls of the same in the form of high cost and the need for parking with a socket is usually hushed up.

Keywords: *conference; electric vehicle; gas motor transport; ecological compatibility; infrastructure.*

Компания CREON Energy 3 апреля 2018 г. впервые провела в Москве международную конференцию "Электромобили 2018". Стратегическим партнером выступило агентство "Коммуникации", прошло мероприятие при поддержке Энергетического центра бизнес-школы Сколково, "Российского газового общества" и CREON Capital.

"Сейчас сегмент электромобилей у нас находится в зачаточном состоянии, и единственная сила, которая может стимулировать его развитие, – государство, – отметил в приветственном слове генеральный директор CREON Energy Санджар Тургунов. – В этом плане Россия следует общемировой тенденции: в любой стране без прямой помощи властей у электромобилей шансов нет".

Днем с огнем

Непонятные и пока чуждые нам электромобили давно прижились в Европе: при выборе машины там ориентируются прежде всего на экологичность, а не на "чтоб побольше"/"чтоб подешевле". Как рассказал директор по развитию Russian Automotive Market Research Александр Козлов, по итогам 2017 г. парк электромобилей в Европе составил 930 тыс. шт., в нынешнем году ожидается увеличение до 1,35 млн шт. (это +45 %). Лидерами по использованию легкового электрического транспорта являются Норвегия, Германия, Великобритания и Франция. Докладчик подчеркнул, что все эти машины куплены с помощью государственных дотаций, и именно они сделали приобретение возможным в принципе. В качестве примера г-н Козлов привел Голландию, которая в прошлом году прекратила дотировать сегмент электромобилей. В итоге продажи сразу упали на 58 %.

BMW i3

Бесспорным лидером продаж в Евросоюзе является хэтчбек Renault Zoe. Помимо него в пятерку самых популярных электромобилей входят BMW i3, Mitsubishi Outlander, Nissan Leaf и легендарная Tesla Model S. Отметим, что на европейском рынке – помимо чисто электрокаров – продается много привычных нам моделей, но в электрическом исполнении.

России на европейском фоне пока похвастаться нечем: ни реальности, ни ближайших перспектив не наблюдается. На сегодняшний день доля электромобилей в российском легковом автопарке не просто минимальна – она мизерна и составляет 0,004 % от общего количества. По словам Александра Козлова, в физическом выражении это составляет 1847 шт. против 43,54 млн общего парка.

В территориальном разрезе больше всего электромобилей в Приморском крае (благодаря ввозу б/у машин из Японии и Китая) и Москве (за счет высоких доходов населения) – это 21,2 и 19,6 % соответственно. Эксперт отметил, что доля перепродаж электромобилей очень высока,

продажи же новых машин пока крайне малы (0,007 % от общего количества).

Что касается перспектив, то они весьма отдаленные. "Несомненно, за электромобилями будущее, но пока наша страна к такому транспорту не готова. На мой взгляд, должен пройти десяток–другой лет, чтобы электромобили прочно вошли в жизнь россиян, – считает Александр Козлов. – Кроме того, желательно развивать собственные марки электромобилей, а не тотально импортировать. Иначе повторится нынешняя ситуация, когда подавляющая часть автопарка в нашей стране – автомобили иностранных брендов".

"Электромобили в России пока не идут, это правда, – подтвердил начальник управления "Комбинированные энергоустановки" НАМИ Кирилл Карпухин. – Причин множество, и все они важны. Возьмем хотя бы расстояние: ни один электрокар без подзарядки не доедет от Москвы до Санкт-Петербурга, а зарядных станций на пути нет. Или климат: например, в инструкции к Tesla указано, что использование при температуре ниже –15 °С нежелательно. А у нас 4–5 месяцев зима даже в средней полосе!" Эксперт рассказал о результатах испытаний электромобилей на полигоне НАМИ в Подмосковье: даже без включенных фар и отопления езда по снегу сокращает в два раза заявленный производителем пробег без подзарядки.

Государство смотрит в электромобильное будущее более оптимистично: как рассказал представитель Минэкономразвития РФ Рустам Абульмамбетов, Правительство РФ заинтересовано в разработке и выведении на рынок автомобилей с принципиально новыми свойствами и создании инфраструктуры для них. Планируется, что уже к 2030 г. будет достигнут паритет по стоимости владения электромобилем по сравнению с ДВС. При этом государство нацелено на создание отечественного ТС, стоимость которого будет гораздо ниже стоимости электромобилей зарубежного производства.

Существует два сценария развития событий. Оптимистичный предполагает, что уже к 2020 г . доля электромобилей составит 1–1,5 % от общего числа. При пессимистичном сценарии показатель будет достигнут с задержкой 6–7 лет.

Ежегодный объем вложений в сегмент электромобилей, по словам эксперта, может составить около 60 млрд руб.

Озвученные Александром Козловым статистические данные прокомментировала аналитик VYGON Consulting Екатерина Колбикова. По ее словам, в 2017 г. мировые продажи электромобилей выросли на 60 %, и сейчас парк составляет 3,4 млн ед. Основной прирост обеспечил Китай, в странах АТР продано 680 тыс. "зеленых" автомобилей.

На каждом рынке существуют свои специфические движущие силы, стимулирующие рост продаж, утверждает г-жа Колбикова. Так, в Китае это бюджетные электромобили внутреннего производства, в Европе – уход автовладельцев от высокой налоговой нагрузки, в США – зависимость от цены на нефть.

В России развитие рынка электромобилей сдерживается недостатком инфраструктуры, прежде всего, зарядных станций (ЭЗС). Например, в Приморском крае существует всего одна (!) зарядная станция, при этом в регион ввозится значительное количество подержанных электромобилей из Японии и Китая. В Москве этот показатель вроде бы значительно лучше – семь автомобилей на одну ЭЗС. Однако по факту это объясняется лишь малым количество "зеленых" ТС.

В Китае же – при огромном количестве ЭМ в эксплуатации – на зарядную станцию приходится от трех до шести машин.

На зарядку становись!

Екатерина Колбикова отдельно остановилась на теме аккумуляторов, которые являются важнейшей частью электромобиля и определяют ходовые качества. На сегодняшний день в "зеленом" транспорте используются преимущественно литий-ионные аккумуляторы. Они появились в 1990-е гг. и стали настоящим прорывом в сегменте АКБ для электромобилей. Однако прогресс не стоит на месте, и отрасли нужен новый технологический рывок. Основными проблемами на данный момент являются малый запас хода и долгое время зарядки.

Уже сейчас, говорит аналитик, разработаны инновационные графеновые аккумуляторы, именно с ними эксперты связывают будущее рынка.

По словам г-жи Колбиковой, большое значение имеет и стоимость аккумулятора: ее уменьшение позволит автоконцернам впервые получить маржу при производстве электромобилей.

Тему продолжил Владимир Аленцин, член НТС по развитию производственно-технических комплексов по переработке отходов производства и потребления Минпромторга РФ. Он по-

делился опытом поездки в Японию, которая заметно опережает Россию в технологиях переработки АКБ. Сейчас в стране работает семь предприятий по утилизации никель-кадмиевых батарей и девять – литий-ионных. Согласно японскому законодательству, при сдаче машины в утиль владелец обязан снять аккумулятор и направить его на переработку.

Г-н Аленцин также отметил, что зачастую новые виды АКБ создаются быстрее, чем разрабатываются технологии их утилизации.

Замена автомобилей с ДВС на электромобили пока идет крайне медленно, но постепенно процесс будет ускоряться. В этой связи во всем мире будут расти потребности в аккумуляторных батареях. Как рассказал менеджер по развитию сети "Энсто Рус" Вадим Пекарев, смена традиционных машин на электрические потребует производства аккумуляторов на 600 ГВт·ч в год. Сейчас из этого объема доступно лишь 41,6 ГВт·ч.

Ситуацию улучшит запуск новых предприятий. В настоящее время строятся три завода: Panasonic/Tesla в США, Samsung SDI в Венгрии и LG Chem в Польше.

О нехватке зарядных станций упомянули практически все докладчики, и это действительно одна из главных проблем отрасли. По состоянию на январь 2018 г. в России насчитывалось всего 140 пунктов для подзарядки, однако уже в ближайшие годы ситуация должна улучшиться. Разработана программа по развитию зарядной инфраструктуры на дорогах ГК "Росавтодор" до 2020 г., сообщил Роман Бородин, главный специалист отдела технической политики и инновационных технологий.

Nissan Leaf

Уже в текущем году на автодороге М-11 "Москва – Санкт-Петербург" будет создано шесть зарядных станций, еще шесть построят в 2019 г. Аналогичная работа будет вестись и на других крупных автомагистралях ЦФО. Как рассказал г-н Бородин, мировой опыт показывает, что оптимальное расстояние между зарядными колонками – 100–150 км.

Сейчас инвестиции в строительство зарядной колонки составляют 4,83 млн руб., годовой доход от эксплуатации – 8,76 млн руб. (эта окупаемость возможна при достаточной интенсивности движения). Поэтому, говорит эксперт, все чаще интерес к заправочным колонкам проявляют представители бизнеса – традиционных АЗС, кафе, отелей. Именно так они планируют привлекать клиентов-владельцев электромобилей и, таким образом, окупать затраты на покупку зарядных колонок.

Наиболее благоприятная для владельцев электромобилей ситуация складывается в Москве – власти города стремятся идти в ногу со временем и, соответственно, поддерживают инновации. В 2018 г. "Мосэнерго" намерено довести количество зарядных станций для электромобилей в столице до 150, сообщил директор по развитию Сергей Захрямин. Сейчас запущено в эксплуатацию уже 80 ЭЗС, все они расположены в пределах Третьего транспортного кольца на городских парковках. В дальнейшем зарядные станции будут вынесены за пределы ТТК.

На сегодняшний день ЭЗС "Мосэнерго" бесплатны для потребителей, позже – при увеличении количества электромобилей – будет вводиться плата за пользование.

Санкт-Петербург – еще один российский город, где владельцы электрокаров могут чувствовать себя комфортно. По словам генерального директора компании "АудитЭнерго Групп" И. Гордеевой, в Северной столице все зарядные станции абсолютно бесплатны, что делает ежедневную стоимость владения равной нулю. Помимо этого, водители "зеленых" автомобилей освобождены от уплаты транспортного налога и имеют право бесплатно парковаться на улицах города.

Г-жа Гордеева рассказала, что знает обо всем этом не понаслышке: уже более трех лет она ездит на электромобиле и не собирается возвращаться к машине с ДВС.

Если России необходимы хоть какие-то зарядные станции для развития сегмента электромобилей, то европейский прогресс уже давно шагнул вперед. Так, финская компания Ensto разработала и уже внедрила на рынок "умные зарядки", которые позволяют водителю подключать автомобиль к зарядному устройству в любое время. При этом интеллектуальное устройство управления выберет экономный режим зарядки в те часы, когда потребление минимально, что позволит избежать пиковых нагрузок. Как рассказал

 ISSN 2073-8323

Вадим Пекарев, услуга интеллектуальной зарядки аккумуляторов напрямую свяжет каждый электромобиль с поставщиками электроэнергии и поможет потребителям воспользоваться более выгодными тарифами, а также приведет к росту использования возобновляемых источников энергии.

Электромобили Tesla Model S на зарядных станциях

Есть куда расти

Основная причина дороговизны электромобилей – это стоимость аккумуляторных батарей, однако этот показатель – чисто теоретически – имеет тенденцию к снижению. Об этом рассказала эксперт Энергетического центра бизнес-школы Сколково Екатерина Грушевенко. Сейчас АКБ составляет до половины стоимости электрокара, но внедрение новых технологий способно уменьшить этот показатель примерно до 20 %.

На данный момент самым востребованным является литий-ионный аккумулятор с разными вариантами катода. По словам докладчика, популярность таких АКБ играет против них же: производители становятся излишне зависимыми от поставщиков составляющих. Так, ведущим мировым экспортером кобальта является Конго, политическая ситуация в котором крайне нестабильна. Более половины всего графена добывается в Китае, но сейчас эта отрасль находится под особым контролем из-за экологических проблем. Три четверти мировых запасов лития сосредоточены в Аргентине, Чили и Боливии, что тоже создает некие ограничения.

Эффективность существующих литий-ионных батарей в ближайшие пять лет может вырасти на 20–30 %, однако это – предел, далее необходимо придумывать что-то новое. При этом основным критерием должна быть безопасность, а не удешевление. В средне- и краткосрочной перспективе (т.е. 5–10 лет) наибольшие надежды эксперты возлагают на твердотельные литий-ионные батареи. Они уже существуют, но пока не превышают размером монету и используются в основном для обеспечения резервного питания в электрических цепях. Теперь необходима технология увеличения размера таких батарей и снижения их стоимости.

Говоря о будущем электромобильной отрасли, участники рынка не могли не упомянуть общественный транспорт. До этого речь шла о легковых автомобилях, поэтому эксперт "Газпромбанка" Кирилл Никода решил осветить сегмент электробусов. Сейчас практически весь мировой парк приходится на Китай, где электротранспорт получил "второе дыхание" после Олимпиады в Пекине. Плюс к этому в 2012 г. была принята программа развития электромобилей в рамках утвержденной пятилетним планом Программы NEV. Сейчас 20 % всех продаж автобусов в стране за год – это электробусы. К 2025 г. Китай планирует перейти на закупки только электробусов для городских нужд. Например, Шеньчжэнь на 100 % и досрочно перешел электробусы (парк составляет 16,4 тыс. шт.).

Активный рост электропарка стал возможен благодаря тому, что Китай уже решил все те проблемы, о которых в России только говорят. Налицо обеспеченность инфраструктурой – во многих крупных городах КНР насчитывается по 10 тыс. зарядных колонок и более. К 2020 г. планируется построить приблизительно еще 12 тыс. станций по зарядке и обмену батарей, а также 4,8 млн зарядных колонок.

Немаловажна и господдержка рынка: покупателям предоставляются скидки до 20 % стоимости автомобиля, также действует ос-

вобождение от уплаты земельного налога для зарядных колонок (например, на автомагистралях провинции Хэбэй), установление энерготарифов, обязательства по локализации. Помимо этого, введено освобождение от уплаты денежных сборов на платных автомобильных трассах и госпошлины за регистрацию "зеленого" транспортного средства.

Европа тоже постепенно, хоть и не столь активно, развивает сегмент электробусов. Сейчас парк насчитывает немногим более 1,5 тыс. шт., но к 2020 г. в 25 европейских городах он составит более 2,5 тыс. шт., или 6 % от общего парка автобусов. К 2025 г. еще порядка 6,1 тыс. электробусов будет введено в эксплуатацию.

Наиболее активно развивается парк "чистых" электробусов в городском сообщении Великобритании, Нидерландов, Польши, Германии, Венгрии. На эти страны приходится 73 % парка всех электробусов Европы. В общем парке городских автобусов доля электробусов составляет 1,5 %.

В США собственно электробусы большой популярностью пока не пользуются, прежде всего, в силу дороговизны (типичный электробус стоит около 750 тыс. долл. США, тогда как дизельный – 435 тыс. долл.). Однако растет доля автобусов гибридных (18 % от общего объема парка).

Для успешного развития сегмента электромобилей в России необходимо сразу несколько факторов: и технологии, и оборудование, и достаточное финансирование. С последним могут помочь инвестиционные фонды, которые прочно обосновались на российском финансовом рынке. Так, фонд прямых инвестиций CREON Energy Fund SICAV-SIF был открыт в 2016 г., совокупный объем вложений – около 100 млн евро, минимальный объем – 5 млн евро. Такую информацию сообщил директор по развитию бизнеса, маркетинга и коммуникаций CREON Capital Флориан Виллерсхаузен. Фонд инвестирует в проекты на начальной стадии, в растущие и сформировавшиеся компании России и стран СНГ, а также в экологические проекты "зеленой" экономики и альтернативной энергетики.

УДК 543.27

ГАЗОВЫЕ НАНОСЕНСОРЫ

В.А. Бузановский, д-р техн. наук, ЗАО "КОМПАНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬ", г. Москва

Представлены результаты разработок наносенсоров паров сжиженного нефтяного газа. Проведена систематизация указанных устройств и проанализированы их метрологические характеристики. Показана пригодность наносенсоров для обеспечения взрывопожарной безопасности автогазозаправочного оборудования.

Ключевые слова: *систематизация; сенсор; нанотехнология; сжиженный нефтяной газ; взрывопожарная безопасность.*

GAS NANOSENSORS

Buzanovskiy V.A., Dr. of technical sciences, ZAO "Company Bezopasnost", Moscow

Development results of nanosensors of liquefied petroleum gas vapors are presented. Systematization of these devices is carried out and their metrological characteristics are analyzed. The ability of nanosensors to ensure fire-explosion safety of auto gas refueling equipment is shown.

Keywords: *systematization; sensor; nanotechnology; liquefied petroleum gas; fire-explosion safety.*

Попутный нефтяной газ представляет собой смесь углеводородных и неуглеводородных соединений, растворенных в нефти или находящихся в "шапках" нефтяных (газоконденсатных) месторождений. В отличие от природного газа, содержащего от 92 до 98 % метана, в состав этого газа входит значительное количество пропана, *n*-бутана и *i*-бутана (табл. 1).

На газоперерабатывающих заводах из попутного нефтяного газа получают топливный газ (преимущественно состоящий из метана и этана), сжиженный нефтяной газ (смесь пропана, *n*-бутана, *i*-бутана) и газовый бензин (изомеры пентана, гексана и других углеводородов). Далее сжиженный нефтяной газ поступает к потребителям, в частности на предприятия автогазозаправочного комплекса.

Применение сжиженного нефтяного газа неразрывно связано с вопросами обеспечения взрывопожарной безопасности (табл. 2). Эффективное решение указанных вопросов может быть достигнуто путем внедрения автоматических (автоматизированных) систем, оснащенных измерительными преобразователями паров сжиженного нефтяного газа в воздухе рабочей зоны.

Таблица 1

Примерный состав попутного нефтяного газа

Наименование компонентов	Содержание, %	Наименование компонентов	Содержание, %
Метан	58,38–81,42	*i*-бутан	1,42–4,14
Этан	5,32–7,85	*n*-гептан	0,60–2,44
Пропан	6,44–13,76	*i*-гептан	0,83–2,72
n-бутан	2,43–6,96	Другие компоненты	Менее 24,58

Одним из направлений создания названных преобразователей является разработка газовых наносенсоров (ГНС) – измерительных устройств, основанных на использовании нанотехнологий и в большинстве случаев характеризующихся низкой материалоемкостью, энергопотреблением, стоимостью. Несмотря на то, что данное направление приборостроения развивается лишь в течение последних 10–15 лет, к настоящему времени разработано довольно большое число ГНС, различающихся как применяемыми методами измерений, так и используемыми материалами, технологией их изготовления, морфологией и т.д. Указанное обстоятельство обусловливает необходимость систематизации разработанных устройств.

Цель настоящей статьи состоит в попытке:

– систематизировать созданные ГНС паров сжиженного нефтяного газа;

– оценить метрологические характеристики этих устройств;

– проанализировать возможность их применения в системах взрывопожарной безопасности автогазозаправочного оборудования.

Предварительный анализ конструкционных особенностей ГНС паров сжиженного нефтяного газа позволяет разделить данные устройства на два класса (рис. 1) – ГНС с чувствительными элементами на основе:

– оксида металла (класс 1);

– полимера (класс 2).

Среди устройств класса 1 можно выделить три группы (рис. 1) – ГНС, чувствительные элементы которых имеют покрытие:

– только из оксида металла (группа 1.1);

– из оксида металла с нанесением слоя другого материала (группа 1.2);

– из композитного материала на основе оксида металла (группа 1.3).

Покрытие чувствительных элементов устройств группы 1.1 может выполняться из диоксида олова.

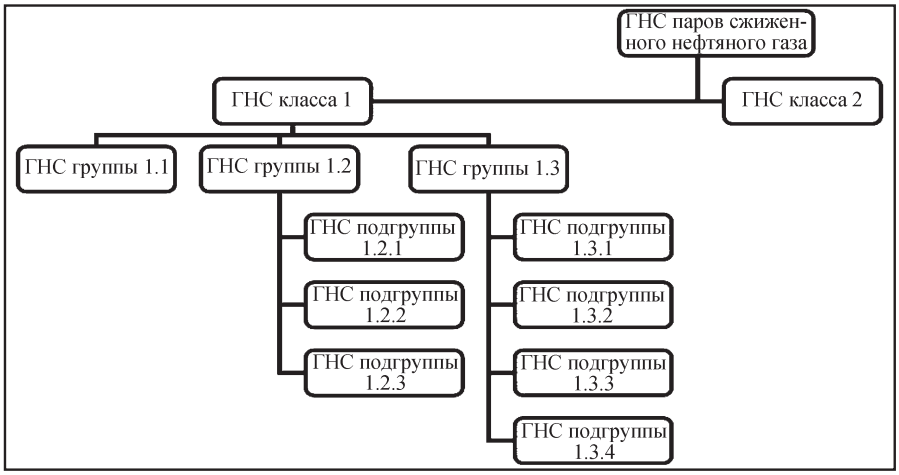
Например, Dong и др. разработали ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из наночастиц диоксида олова. Размер наночастиц составлял от 2,8 до 26 нм. При температуре чувствительного элемента выше 300 °С ГНС демонстрировал высокую селективность измерений паров сжиженного нефтяного газа [2].

ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из наночастиц диоксида олова, из-

Таблица 2

Показатели взрывопожарной опасности основных компонентов сжиженного нефтяного газа

Наименование компонента	Нижний концентрационный предел распространения пламени, %	Температура самовоспламенения, °С
Пропан	1,7	470
n-бутан	1,4	372
i-бутан	1,3	460



Систематизация ГНС паров сжиженного нефтяного газа

готовили Thomas и др. В состав ГНС входил кондуктометрический измерительный преобразователь (КИП). При температуре чувствительного элемента 345 °С воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % сопровождалось понижением электрического сопротивления ГНС на ~10 %. Время установления показаний не превышало 1 мин [16].

Hieu и др. также применили ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из наночастиц диоксида олова. ГНС был оснащен КИП. Наибольшая чувствительность измерений наблюдалась при температуре чувствительного элемента 340 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,25 % обеспечивал снижение электрического сопротивления ГНС в ~8 раз [6].

ГНС, чувствительные элементы которых имели покрытие из нанопроводов диоксида олова, создали Thong и др. В ГНС использовались КИП. Диапазоны измерений были от 0,05 до 0,2 %. Наибольшая чувствительность измерений достигалась при температуре чувствительных элементов 350 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,05 % вызывало уменьшение электрического сопротивления ГНС в ~6 раз, с концентрацией 0,09 % – в ~10 раз, с концентрацией 0,2 % – в ~22 раза. Время установления показаний соответствовало 3 с, а возврата показаний к базовой линии – 9 с (при контакте с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 %) [17, 18].

Покрытие чувствительных элементов устройств группы 1.1 выполняется и из монооксида цинка.

В частности, Singh и др. предложили ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из нанопрутков монооксида цинка. Соотношение длины и диаметра нанопрутков составляло около 10. В состав ГНС входил КИП. Наибольшая чувствительность измерений наблюдалась при температуре чувствительного элемента 550 °С [13].

ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из вертикально ориентированных нанопрутков монооксида цинка, разработали Sivapunniyam и др. ГНС был оснащен КИП. Диапазон измерений соответствовал 0,1–0,9 %. Наибольшая чувствительность измерений достигалась при температуре чувствительного элемента 300 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % приводило к понижению электрического сопротивления ГНС на 2 %, с концентрацией 0,3 % – на 8,7 %, с концентрацией 0,5 % – на 14 %, с концентрацией 0,7 % – на 16,5 %, а с концентрацией 0,9 % – на 20,8 %. Время установления показаний и время возврата показаний к базовой линии оценивали на уровне 300 с [15].

Ghosh и др. изготовили ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из "капустный лист"-подобных наночастиц монооксида цинка. В ГНС применялся КИП. Диапазон измерений был от 0,01 до 0,05 %. Наибольшая чувствительность измерений наблюдалась при температуре чувствительного элемента 200 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,02 % обусловливал изменение электрического сопротивления ГНС на ~5 %, с концентрацией 0,05 % – на ~12 %. Время установления показаний не превышало 6 с, а возврата показаний к базовой линии – 8 с (при воздействии паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,02 %) [3].

ГНС, чувствительные элементы которых имели тонкослойное покрытие из наночастиц монооксида цинка, использовали Patil и др. В состав ГНС входили КИП. Диапазоны измерений составляли от 0,01 до 0,05 %. Наибольшая чувствительность измерений соответствовала температуре чувствительного элемента 300 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % сопровождался снижением электрического сопротивления ГНС в 1727 раз. Время установления показаний не превышало 5 с, а возврата показаний к базовой линии – 2 с. Воздействие водорода, диоксида углерода, аммиака, хлора, паров этилового спирта и сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % обеспечивало выходные сигналы, которые соотносились как 2.7:0.71:1.1:0.55:0.77:1727 [9].

Покрытие чувствительных элементов устройств группы 1.1 также выполняется из диоксида титана.

В том числе, Bahadur и др. создали ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из наночастиц диоксида титана. ГНС был оснащен КИП. При температуре чувствительного элемента 400 °С контакт с парами ацетона, толуола, сжиженного нефтяного газа и этилового спирта вызывал выходные сигналы, соотносящиеся как 53:7:37:3 [1].

ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из

нанопроводов диоксида титана, предложили Le и др. Диаметр нанопроводов составлял 10–20 нм, а длина – несколько микрометров. В ГНС применялся КИП. При температуре чувствительного элемента 400 °С ГНС обладал высокой чувствительностью измерений [7].

Помимо этого, материалом покрытия чувствительных элементов устройств группы 1.1 может являться монооксид кадмия или триоксид железа.

Так, Salunkhe и др. разработали ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из нанопрутков монооксида кадмия. Диапазон измерений был от 0,06 до 0,2 %. Наибольшая чувствительность измерений достигалась при температуре чувствительного элемента 425 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,06 % приводило к изменению выходного сигнала ГНС на 7 %, с концентрацией 0,1 % – на 14 %, с концентрацией 0,16 % – на 17 %, с концентрацией 0,2 % – на 18 %. При контакте с одинаковыми концентрациями диоксида углерода и паров сжиженного нефтяного газа выходные сигналы соотносились как 1:3. ГНС демонстрировал стабильность метрологических характеристик при лабораторных испытаниях в течение 35 дней [12].

ГНС, чувствительные элементы которых имели покрытие из наночастиц монооксида кадмия, также изготовили Salunkhe и др. Толщина покрытий была 520, 790, 970 или 1390 нм. Наибольшую чувствительность измерений показал ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие толщиной 970 нм и функционирующим при температуре 425 °С. Диапазон измерений соответствовал 0,05–0,2 %. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,05 % обусловливало изменение выходного сигнала на ~ 15 %, с концентрацией 0,1 % – на ~21 %, с концентрацией 0,16 % – на ~34 %, с концентрацией 0,2 % – на ~35 %. При контакте с одинаковыми концентрациями диоксида углерода, азота и паров сжиженного нефтяного газа выходные сигналы соотносились как 18:3:34. Время установления показаний составляло ~100 с, а возврата показаний к базовой линии – ~90 с. ГНС характеризовался стабильностью метрологических показателей на протяжении 15 суток исследований [11].

Patil и др. использовали ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из нанопрутков триоксида железа. В состав ГНС входил КИП. Диапазон измерений был от 0,0005 до 0,006 %. Наибольшая чувствительность измерений наблюдалась при температуре чувствительного элемента 300 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,0005 % сопровождалось уменьшением электрического сопротивления ГНС в 15 раз, с концентрацией 0,005 % – в 1746 раз. Контакт с диоксидом углерода, водородом, монооксидом углерода, парами этилового спирта и сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,005 % обеспечивал выходные сигналы, соотносящиеся как 1:8:4:7:1746. Время установления показаний не превышало 3–4 с, а время возврата показаний к базовой линии – 8–9 мин [8].

Устройства группы 1.2 можно подразделить на три подгруппы (рис. 1) – ГНС с чувствительными элементами, содержащими покрытие из оксида металла с нанесением слоя:

– металла (подгруппа 1.2.1);

– другого оксида металла (подгруппа 1.2.2);

– неорганического соединения (подгруппа 1.2.3).

Покрытие чувствительных элементов устройств подгруппы 1.2.1 выполняется из слоя оксида металла и слоя платины или палладия.

Например, ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из слоя наночастиц диоксида олова и слоя наночастиц платины, создали Haridas и др. Толщина слоя наночастиц диоксида олова соответствовала 90 нм. Размер наночастиц платины варьировался от 2 до 20 нм. ГНС были оснащены КИП. Наибольшей чувствительностью измерений обладал ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие с наночастицами платины размером 10 нм и функционирующим при температуре 220 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,002 % вызывало понижение электрического сопротивления ГНС в ~40 раз, с концентрацией 0,01 % – в ~1000 раз, с концентрацией 0,02 % – в ~5000 раз. Время установления показаний составляло ~150 с, а возврата показаний к базовой линии – ~60 с. При контакте с сероводородом, метаном, аммиаком, водородом, диоксидом углерода и парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,02 % выходные сигналы ГНС соотносились как 1:1.5:8:9:10:5000. Кроме того, чувствительность измерений возрастала при облучении чувствительного элемента ультрафиолето-

вым светом. При применении излучения с длиной волны 365 нм воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,02 % приводило к снижению электрического сопротивления в 4400 раз, но при комнатной, а не 220 °С температуре чувствительного элемента [4, 5].

Sivapunniyam и др. предложили ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из слоя вертикально ориентированных нанопрутков монооксида цинка и слоя наночастиц платины. В ГНС использовался КИП. Диапазон измерений был от 0,1 до 0,9 %. Наибольшая чувствительность измерений достигалась при температуре чувствительного элемента 250 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % обусловливал уменьшение электрического сопротивления ГНС на 7 %, с концентрацией 0,3 % – на 34 %, с концентрацией 0,5 % – на 46 %, с концентрацией 0,7 % – на 54,4 %, а с концентрацией 0,9 % – на 59 % [15].

ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из слоя нанопрутков монооксида кадмия и слоя наночастиц палладия, разработали Salunkhe и др. Диапазон измерений соответствовал 0,06–0,2 %. Наибольшая чувствительность измерений наблюдалась при температуре чувствительного элемента 275 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,06 % сопровождалось изменением выходного сигнала на ~21 %, с концентрацией 0,1 % – на ~35 %, с концентрацией 0,16 % – на ~48 %, с концентрацией 0,2 % – на ~49 %. Время установления показаний не превышало 20 с, а возврата показаний к базовой линии – 80 с. Контакт с одинаковыми концентрациями диоксида углерода и паров сжиженного нефтяного газа обеспечивал выходные сигналы, соотносящиеся как 1:3.5. Стабильность метрологических характеристик сохранялась в течение 35 дней испытаний [12].

Примерами устройств подгруппы 1.2.2 являются ГНС, чувствительные элементы которых имели покрытие из слоя наночастиц диоксида олова и слоя наночастиц триоксида железа. При температуре чувствительного элемента 350 °С достигалась наибольшая чувствительность измерений. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % вызывало изменение выходного сигнала в 1990 раз. Время установления показаний составляло ~2 с, а возврата показаний к базовой линии – ~9 с. При контакте с диоксидом углерода, водородом, аммиаком, парами этилового спирта и сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % выходные сигналы соотносились как 2.33:8.5:3.07:38.72:1990 [10].

В качестве примера устройств подгруппы 1.2.3 можно привести ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из слоя вертикально ориентированных нанопрутков монооксида цинка и слоя наночастиц станната цинка. В состав ГНС входил КИП. Диапазон измерений был от 0,1 до 0,9 %. При температуре чувствительного элемента 250 °С воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,225 % приводило к понижению электрического сопротивления ГНС на 34 %, с концентрацией 0,24 % – на 35 %, с концентрацией 0,27 % – на 44 %, а с концентрацией 0,3 % – на 63 % [15].

Среди устройств группы 1.3 можно выделить четыре подгруппы (рис. 1) – ГНС, чувствительные элементы которых имеют покрытие из композитного материала на основе:

– оксида металла и металла (подгруппа 1.3.1);

– двух оксидов металлов (подгруппа 1.3.2);

– оксида металла и углеродных нанотрубок (подгруппа 1.3.3);

– двух оксидов металлов и металла (подгруппа 1.3.4).

Покрытие чувствительных элементов устройств подгруппы 1.3.1 может быть выполнено из композитного материала на основе оксида металла и цезия или оксида металла и серебра.

В частности, Thomas и др. изготовили ГНС с чувствительными элементами, содержащими покрытие из композитного материала на основе наночастиц диоксида олова и наночастиц цезия (1–3 или 4 %). ГНС были оснащены КИП. Наибольшей чувствительностью измерений обладал ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие с 2 % наночастиц цезия и функционировал при температуре 345 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,1 % обусловливал снижение электрического сопротивления ГНС на 93,4 %. Время установления показаний соответствовало ~1 мин [16].

ГНС с чувствительными элементами, содержащими покрытие из композитного материала на основе наночастиц диоксида титана и наночастиц серебра (0,05; 0,5 или 5 %), применили Bahadur и др. По сравнению с ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие только

из наночастиц диоксида титана, наблюдалась более низкая чувствительность измерений [1].

Hieu и др. создали ГНС с чувствительными элементами, содержащими покрытие из композитного материала на основе наночастиц диоксида олова и 1 % наночастиц диоксида платины, триоксида железа, монооксида меди или триоксида лантана (устройства подгруппы 1.3.2). В ГНС использовались КИП. Наибольшую чувствительность измерений демонстрировал ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие с наночастицами диоксида платины и функционировал при температуре 360 °С. Воздействие паров сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,25 % сопровождалось уменьшением электрического сопротивления в ~15 раз [6].

ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из композитного материала на основе нанопрутков монооксида цинка и наночастиц триоксида индия (устройство подгруппы 1.3.2), предложили Singh и др. В состав ГНС входил КИП. При температуре чувствительного элемента 550 ^{0}С контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,4 % обеспечивал понижение электрического сопротивления ГНС в ~20 раз. Воздействие аммиака, монооксида углерода, паров ацетона, сжиженного нефтяного газа, пропилового и этилового спирта с концентрацией 0,4 % вызывало выходные сигналы, соотносящиеся как 1.5:9:18:20:7:37 [13].

Hieu и др. разработали ГНС, чувствительные элементы которых имели покрытие из композитного материала на основе наночастиц диоксида олова и 0,1 % многослойных углеродных нанотрубок (устройства подгруппы 1.3.3). Покрытия содержали углеродные нанотрубки с диаметром менее 10 нм, от 20 до 40 нм или от 60 до 100 нм. ГНС были оснащены КИП. Наибольшую чувствительность измерений показал ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие с нанотрубками диаметром от 20 до 40 нм и функционирующим при температуре 320 °С. Контакт с парами сжиженного нефтяного газа с концентрацией 0,25 % приводил к снижению электрического сопротивления в ~55 раз [6].

ГНС, чувствительный элемент которого имел покрытие из композитного материала на основе нанопрутков монооксида цинка, наночастиц триоксида индия и 1 % наночастиц палладия (устройство подгруппы 1.3.4), изготовили Singh и др. В ГНС применялся КИП. Диапазон измерений составлял от 0,05 до 0,4 %. При температуре чувствительного элемента 550 °С воздействие одинаковых концентраций аммиака, монооксида углерода, паров ацетона, сжиженного нефтяного газа, пропилового и этилового спирта обусловливало выходные сигналы, соотносящиеся как 1:2:4.5:16.5:5.5:4 [13].

Примером устройств класса 2 является ГНС с чувствительным элементом, содержащим покрытие из композитного материала на основе наночастиц полиакриламида и наночастиц кобальта. Размер наночастиц соответствовал 6 нм. В состав ГНС входил КИП. Диапазон измерений был от 1 до 5 %. Чувствительный элемент функционировал при комнатной температуре. При проведении испытаний в течение месяца чувствительность измерений изменялась менее чем на 4 % [14].

Представленные сведения свидетельствуют о следующем.

Разработанные ГНС позволяют определять пары сжиженного нефтяного газа с концентрацией от 0,0005 до 5 %. Время установления показаний и время возврата показаний к базовой линии составляет от нескольких секунд до нескольких минут. Чувствительные элементы содержат покрытия, состоящие из наноматериалов оксида металла, металла, неорганического соединения, полимера и углеродных нанотрубок. В большинстве случаев чувствительные элементы ГНС функционируют при повышенной (200–550 °С) температуре. Но, если покрытие выполнено из композитного материала на основе наночастиц полиакриламида и наночастиц кобальта или из наночастиц диоксида олова с нанесением слоя наночастиц платины (при облучении ультрафиолетовым светом), температура функционирования чувствительного элемента соответствует комнатной. ГНС преимущественно оснащаются КИП. В ряде случаев отмечаются высокая чувствительность, селективность и воспроизводимость результатов измерений, а также стабильность метрологических характеристик.

Механизмы действия ГНС до конца не выяснены, однако можно указать отдельные закономерности:

– чувствительность измерений часто монотонно снижается с увеличением концентрации паров сжиженного нефтяного газа;

– чувствительность и селективность измерений, время установления показаний и время воз-

врата показаний к базовой линии в значительной мере зависят от температуры чувствительного элемента;

– на чувствительность измерений оказывает влияние толщина покрытия чувствительного элемента;

– морфология материала покрытия (наночастицы, нанопрутки, нанопровода, нанотрубки) влияет на его пористость, которая определяет показатели массообмена с анализируемой средой и, как следствие, чувствительность и селективность измерений, время установления показаний и время возврата показаний к базовой линии;

– чувствительность и селективность измерений, а также температура, соответствующая максимальной чувствительности измерений, существенно зависят от состава материала (материалов) покрытия чувствительного элемента.

Так, нанесение в покрытии чувствительного элемента ГНС на вертикально ориентированные нанопрутки монооксида цинка слоя наночастиц платины или слоя наночастиц станната цинка сопровождается ростом чувствительности измерений и понижением температуры, соответствующей максимальной чувствительности измерений [15]. Нанесение на нанопрутки монооксида кадмия слоя наночастиц палладия обеспечивает повышение чувствительности и селективности измерений, а также снижение температуры, соответствующей максимальной чувствительности измерений [12].

Добавление в покрытии чувствительного элемента ГНС к наночастицам диоксида олова наночастиц цезия вызывает увеличение чувствительности измерений [16], а к наночастицам диоксида титана наночастиц серебра – уменьшение этого показателя [1]. Добавление к наночастицам диоксида олова наночастиц диоксида платины приводит к росту чувствительности измерений и температуры, соответствующей максимальной чувствительности измерений [6]. Добавление к нанопруткам монооксида цинка наночастиц триоксида индия обусловливает повышение чувствительности измерений [13], а к наночастицам диоксида олова многослойных углеродных нанотрубок – увеличение чувствительности измерений и понижение температуры, соответствующей максимальной чувствительности измерений [6]. Наконец, добавление к композитному материалу на основе нанопрутков монооксида цинка и наночастиц триоксида индия наночастиц палладия сопровождается улучшением селективности измерений [13].

Согласно данным табл. 2 измерительные преобразователи, пригодные для применения в системах взрывопожарной безопасности автогазозаправочного оборудования, должны уверенно определять концентрации его паров менее 1,3 %. Помимо этого, для исключения в конструкции преобразователей специальных способов взрывопожарной защиты чувствительные элементы должны функционировать при температуре ниже 372 °С.

Нетрудно заметить, что среди созданных ГНС довольно большое число устройств удовлетворяет указанным требованиям. Например, это – ГНС, чувствительные элементы которых имеют покрытие:

– из наночастиц [2, 6, 16] или нанопроводов [17, 18] диоксида олова, нанопрутков [15] или наночастиц [3, 9] монооксида цинка, нанопрутков триоксида железа [8];

– из наночастиц диоксида олова с нанесением слоя наночастиц платины [4, 5] или триоксида железа [10], нанопрутков монооксида цинка с нанесением слоя наночастиц платины или станната цинка [15], нанопрутков монооксида кадмия с нанесением слоя наночастиц палладия [12];

– из композитного материала на основе наночастиц диоксида олова и наночастиц цезия [16] или диоксида платины [6], наночастиц диоксида олова и многослойных углеродных нанотрубок [6], наночастиц полиакриламида и наночастиц кобальта [14].

Вместе с тем среди перечисленных устройств наибольшей чувствительностью измерений паров сжиженного нефтяного газа обладают ГНС с чувствительными элементами, содержащими покрытие из наночастиц монооксида цинка [9], нанопрутков триоксида железа [8], наночастиц диоксида олова с нанесением слоя наночастиц триоксида железа [10] и наночастиц диоксида олова с нанесением слоя наночастиц платины [4, 5]. Названные ГНС характеризуются высокой селективностью измерений. Время установления показаний составляет от 2 до 150 с, а время возврата показаний к базовой линии – от 2 с до 8–9 мин. Температура функционирования чувствительных элементов соответствует 220–350 °С.

Последнее обстоятельство обусловливает сравнительно низкое энергопотребление ГНС, что наряду с их миниатюрными габаритными размерами приводит к незначительным стоимости изготовления и эксплуатационным расходам. Сказанное позволяет рассматривать данные ГНС в качестве перспективных измерительных преобразователей систем взрывопожарной безопасности автогазозаправочного оборудования, а также указывает на целесообразность активизации усилий по внедрению этих устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Bahadur N., Jain K., Pasricha R., Govind, Chand S.** Selective gas sensing response from different loading of Ag in sol-gel mesoporous titania powders // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 159. № 1. P. 112–120.

2. **Dong Q., Su H., Zhang D., Zhang F.** Fabrication and gas sensitivity of SnO_2 hierarchical films with interwoven tubular conformation by a biotemplate-directed sol-gel technique // Nanotechnology. 2006. Vol. 17. № 15. P. 3968–3973.

3. **Ghosh A., Sharma R., Ghule A., Taur V.S., Joshi R.A., Desale D.J., Gudage Yu.G., Jadhav K.M., Han S.-H.** Low temperature LPG sensing properties of wet chemically grown zinc oxide nanoparticle thin film // Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. Vol. 146. № 1. P. 69–74.

4. **Haridas D., Chowdhuri A., Sreenivas K., Gupta V.** Effect of thickness of platinum catalyst clusters on response of SnO_2 thin film sensor for LPG // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 153. № 1. P. 89–95.

5. **Haridas D., Chowdhuri A., Sreenivas K., Gupta V.** Enhanced room temperature response of SnO_2 thin film sensor loaded with Pt catalyst clusters under UV radiation for LPG // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 153. № 1. P. 152–157.

6. **Hieu N.V., Duc N.A.P., Trung T., Tuan M.A., Chien N.D.** Gas-sensing properties of tin oxide doped with metal oxides and carbon nanotubes: A competitive sensor for ethanol and liquid petroleum gas // Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. Vol. 144. № 2. P. 450–456.

7. **Le D.T.T., Vuong D.D., Chien N.D.** Synthesis and LPG-sensing properties of TiO_2 nanowires // Journal of Physics: Conference Series. 2009. Vol. 187. № 1. Article ID 012086.

8. **Patil D., Patil V., Patil P.** Highly sensitive and selective LPG sensor based on α-Fe_2O_3 nanorods // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 152. № 2. P. 299–306.

9. **Patil L.A., Bari A.R., Shinde M.D., Deo V.** Ultrasonically prepared nanocrystalline ZnO thin films for highly sensitive LPG sensing // Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. Vol. 149. № 1. P. 79–86.

10. **Patil L.A., Shinde M.D., Bari A.R., Deo V.V., Patil D.M., Kaushik M.P.** Fe_2O_3 modified thick films of nanostructured SnO_2 powder consisting of hollow microspheres synthesized from pyrolysis of ultrasonically atomized aerosol for LPG sensing // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 155. № 1. P. 174–182.

11. **Salunkhe R.R., Dhawale D.S., Dubal D.P., Lokhande C.D.** Sprayed CdO thin films for liquefied petroleum gas (LPG) detection // Sensors and Actuators B: Chemical. 2009. Vol. 140. № 1. P. 86–91.

12. **Salunkhe R.R., Dhawale D.S., Patil U.M., Lokhande C.D.** Improved response of CdO nanorods towards liquefied petroleum gas (LPG): Effect of Pd sensitization // Sensors and Actuators B: Chemical. 2009. Vol. 136. № 1. P. 39–44.

13. **Singh P., Singh V.N., Jain K., Senguttuvan T.D.** Pulse-like highly selective gas sensors based on ZnO nanostructures synthesized by a chemical route: Effect of in doping and Pd loading // Sensors and Actuators B: Chemical. 2012. Vol. 166–167. P. 678–684.

14. **Singh S., Yadav B.C., Tandon P., Singh M., Shukla A., Dzhardimalieva G.I., Pomogailo S.I., Golubeva N.D., Pomogailo A.D.** Polymer-assisted synthesis of metallopolymer nanocomposites and their applications in liquefied petroleum gas sensing at room temperature // Sensors and Actuators B: Chemical. 2012. Vol. 166–167. P. 281–291.

15. **Sivapunniyam A., Wiromrat N., Myint M.T.Z., Dutta J.** High-performance liquefied petroleum gas sensing based on nanostructures of zinc oxide and zinc stannate // Sensors and Actuators B: Chemical. 2011. Vol. 157. № 1. P. 232–239.

16. **Thomas B., Benoy S., Radha K.K.** Influence of Cs doping in spray deposited SnO_2 thin films for LPG sensors // Sensors and Actuators B: Chemical. 2008. Vol. 133. № 2. P. 404–413.

17. **Thong L.V., Hoa N.D., Le D.T.T., Viet D.T., Tam P.D., Le A.-T., Hieu N.V.** On-chip fabrication of SnO_2-nanowire gas sensor: The effect of growth time on sensor performance // Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. Vol. 146. № 1. P. 361–367.

18. **Thong L.V., Loan L.T.N., Hieu N.V.** Comparative study of gas sensor performance of SnO_2 nanowires and their hierarchical nanostructures // Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. Vol. 150. № 1. P. 112–119.

УДК 621.436.7.013

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГАЗОБАЛЛОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ЛЕКЦИЯ № 3. ЧАСТЬ 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГАЗОБАЛЛОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПРИМИРОВАННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

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

Приведены конструктивные и функциональные особенности современного газобаллонного автомобиля для работы на компримированном природном газе (КПГ). Изложены особенности конструкции и принцип действия системы питания и основных ее компонентов для работы на КПГ. Объяснен механизм и приведена оценка технической эффективности системы рециркуляции ОГ при работе на КПГ. Приведена принципиальная и конструктивная схема системы рециркуляции. Обобщен уровень технических и технологических решений систем питания КПГ современных автомобилей.

Ключевые слова: *система питания; одноступенчатый и двухступенчатый редуктор; функциональные датчики и исполнительные устройства; система рециркуляции ОГ; система управления, эффективность системы питания КПГ.*

DESIGN FEATURES OF MODERN GAS-CYLINDER VEHICLES. LECTURE № 3. PART 2. DESIGN FEATURES OF MODERN GAS-CYLINDER VEHICLES PI WORK ON COMPRESSED NATURAL GAS

Erokhov V.I., D-r of technical sciences, Moscow Polytechnic University (Moscow Polytech)

Design and functional features of the modern gas-cylinder car for work on the compressed natural gas (CNG) are resulted. Given the peculiarities of the structure and principle of operation of the power system and its basic components to operate on CNG. The mechanism is explained and the evaluation of the technical efficiency of EXHAUST gas recirculation system when working on CNG is given. The concept and design scheme of the recirculation system is given. The level of technical and technological solutions of power systems KPG modern cars.

Keywords: *feed system; single-stage and two-stage reducer; functional sensors and actuators; exhaust gas recirculation system, control system; efficiency of feed system KPG.*

В мировой практике промышленное производство газобаллонных автомобилей для работы на компримированном природном газе (КПГ) является ведущей концепцией современного автомобилестроения. Важным направлением остается переоборудование в эксплуатации базовых автомобилей в газобаллонные.

Автомобильный транспорт страны существенно обновился транспортными средствами, оснащенными газовыми двигателями с однотопливными системами питания для работы на КПГ.

ПАО "КАМАЗ" разработал модельный ряд грузовых автомобилей, спецтехники и автобусов для работы на КПГ. Разработанные наземные транспортные средства (НТС) удовлетворяют современным топливно-энергетическим и экологическим требованиям [1–3].

Принципиальная схема системы питания и управления газовым двигателем с принудительным воспламенением 8 VЧ (12/13) для работы на КПГ приведена на рис. 1.

Газобаллонная установка автомобилей семейства "КАМАЗ" содержит кассету газовых баллонов *38*, сообщенных между собой с помощью трубопроводов высокого давления, заправочное устройство *33*, магистральный трубопровод высокого давления с магистральным вентилем *32* высокого давления, газовый редуктор *15* и *17*, сообщенный через общий газопровод *13* с газовым фильтром *29*.

Заправочное устройство *33* содержит встроенную заглушку, размещенную на гибком шланге, обратный клапан, предотвращающий обратный поток газа при негерметичной системе, и устройство крепления.

Газовый ЭМК *24* высокого давления обеспечивает подачу газа к первой ступени редукторов высокого давления *15* и *17* (РВД). В первой ступени РВД *15* и *17* происходит переход высокого давления газа к низкому.

Газовый двигатель 8 VЧ (12/13) содержит систему подачи воздуха, газового топлива, устройство рециркуляции ОГ и электронную систему управления.

Блок *6* дроссельной заслонки мод. Siemens ETC 5 объединяет в одном корпусе дроссельную заслонку, шаговый электродвигатель, редуктор привода заслонки и датчики положения заслонки, связанные электрической цепью *6* с ЭБУ *44* двигателя. Блок *6* ДЗ сообщен с трубопроводом *5* подачи наддувочного воздуха. При отключении электрического питания ДЗ устанавливается в положение около 3 % от полного ее закрытия. Электронная педаль *47* снабжена двумя датчиками положения, связанными электрической цепью с ЭБУ *44*.

 ISSN 2073-8323

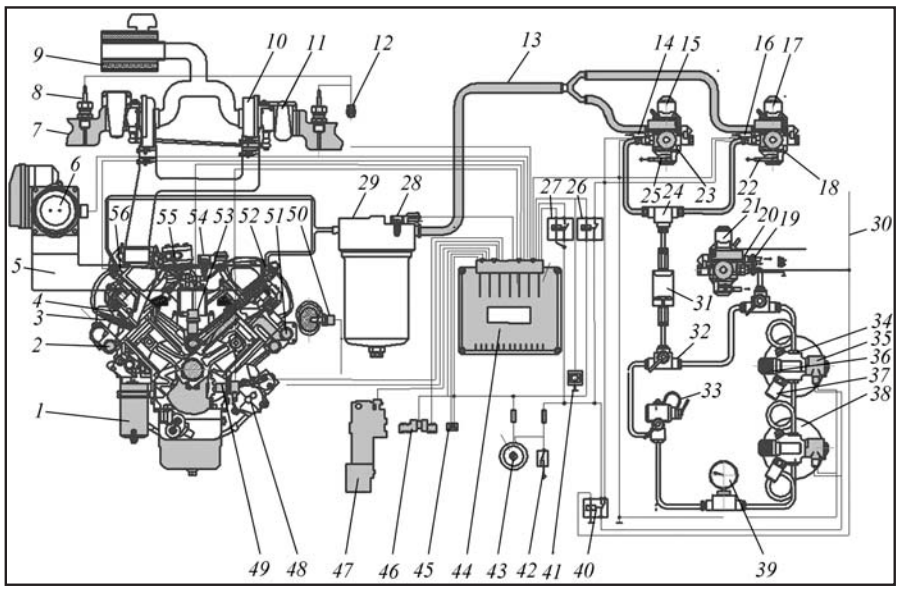


Рис. 1. *Система питания газового двигателя КАМАЗ:*
1 – масляный фильтр; *2* – трубопровод; *3* – свеча зажигания; *4* – впускной клапан; *5* – впускной трубопровод воздуха; *6* – узел дроссельной заслонки; *7* – выпускной трубопровод; *8* – датчик температуры ОГ; *9* – воздушный фильтр; *10* – правый ТРК; *11*– турбонагнетатель; *12* – электрический разъем; *13* – общий газопровод; *14*, *16* – штуцер;*15*, *17* – редуктор; *18* – ЭМК редуктор;*19* – штуцер подогрева; *20* – ЭМК подогревателя; *21* – редуктор; *22* – штуцер отвода ОЖ; *23* – ЭМК высокого давления; *24* – тройник; *25* – штуцер отвода ОЖ; *26* – реле топливное; *27* – главное реле; *28* – датчик давления; *29* – газовый фильтр низкого давления; *30* – электрическая цепь; *31* – газовый фильтр высокого давления; *32* – вентиль магистральный; *33* – заправочное устройство; *34* – вентиль баллона; *35* – ЭМК клапана вентиля; *36* – вентиль; *37* – предохранительный клапан;*38* – газовый баллон; *39* – манометр высокого давления; *40* – реле подогревателя; *41* – выключатель ЭМК; *42* – выключатель АКБ; *43* – замок зажигания; *44* – ЭБУ; *45* – лампа диагностики; *46* – колодка диагностики; *47* – электронная педаль; *48* – подогреватель;*49* – датчик синхронизации; *50* – датчик температуры ОЖ; *51* – трубопровод подачи наддувочного воздуха; *52* – газовая распределительная магистраль; *53* – датчик фазы; *54* – датчик давления и температуры воздуха; 55 – компрессор; *56* – газовая распределительная магистраль

Система управления двигателем содержит ЭБУ *44*, функциональные датчики и исполнительные устройства, связанные электрическими цепями с ЭБУ *44*. Электронный блок *44* управления обеспечивает сбор информации функциональных датчиков и исполнительных устройств для правильного расчета алгоритмов управления подачей требуемого количества газа и мощности искрового разряда.

ЭМФ расположены во впускных каналах блока цилиндров. В режиме работы на газе они получают управление от ЭБУ *44* двигателя при помощи сигнала с широтно-импульсной модуляцией.

Главное реле *22* включается ЭБУ *33* при включении замка зажигания. При включении реле подается напряжение на цепи питания ЭБУ, функциональные датчики и часть исполнительных устройств. Выключение реле производится ЭБУ после выключения замка зажигания *35* с задержкой 10–20 с.

Топливное реле *27* включается ЭБУ *44* при появлении сигнала датчика *49* частоты вращения КВ.

Лампа диагностики *45* предназначена для информирования об обнаруженных ЭБУ неисправностях и расположена на панели приборов. При включении зажигания лампа *45* загорается на короткое время и гаснет.

Датчик *49* датчик частоты вращения КВ (синхронизации) обеспечивает согласование работы дозаторов газа с фазами открытия и закрытия впускных клапанов.

Датчик *53* фазы обеспечивает согласование работы дозаторов газа и катушек зажигания с фазами открытия и закрытия впускных клапанов. Датчик установлен на верхней части картера маховика. Датчик работает на эффекте Холла.

Датчик *50* температуры ОЖ корректирует продолжительность открытого состояния газовых форсунок. По результатам показаний датчика *2* температуры ОЖ ЭБУ проводит расчет положения ДЗ и необходимой топливоподачи при пуске двигателя, расчет заданных оборотов холостого хода (обороты увеличиваются для холодного двигателя и снижаются до 800 мин$^{-1}$ при прогреве), а также проводится обогащение горючей смеси для холодного двигателя.

Датчик *54* давления предназначен для определения абсолютного давления воздуха во ВТ. Датчик давления – терморезистивного типа. На основании показаний датчика *10* температуры и давления *54* воздуха корректи-

руется время открытого состояния газовых форсунок для поддержания необходимого состава газовоздушной смеси при изменении внешних условий.

Педальный модуль *47* включает в себя два независимых датчика положения педали, работающие параллельно и повышающие надежность системы.

Блок управления *44* двигателя подает сигнал на магистральный клапан *32* отключения подачи газа. Магнитное поле клапана обеспечивает перемещение запорного элемента вверх, открывая доступ к газовому баллону *38*.

Электромагнитные газовые форсунки *41* по сигналам ЭБУ *33* открывают каналы выхода газа во ВТ.

Газовые баллоны *38* рассчитаны на 20 лет непрерывной эксплуатации ГБА. Баллоны испытывают на герметичность при полностью открытом и закрытом положениях вентилей с помощью сжатого воздуха, очищенного от масла и механических примесей, или азота методом омыливания или погружения его в воду под давлением 20 МПа.

Принципиальная схема двухступенчатого газового редуктора высокого давления приведена на рис. 2.

Двухступенчатый РВД обеспечивает снижение давления КПГ, поступающего из баллонов с 19,6 до 0,26–0,30 МПа и поддержания его постоянным на всех режимах работы двигателя; и подогрев газа для предотвращения обмерзания в процессе редуцирования и аварийный сброс давления газа из первой ступени при повышении выше допустимых пределов. РВД обеспечивает понижение давления до требуемой выходной величины для обеспечения ДВС газом.

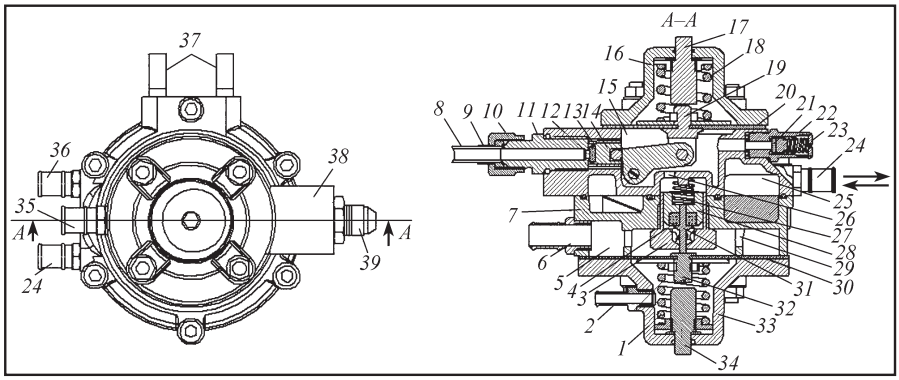


Рис. 2. *Двухступенчатый газовый редуктор высокого давления:*
1 – пружина второй ступени; *2* – штуцер разрежения; *3* – седло клапана второй ступени; *4* – клапан второй ступени; *5* – вторая ступень; *6* – выходной газовый патрубок; *7* – корпус РВД второй ступени; *8* – входной трубопровод высокого давления; *9* – ниппель; *10* – накидная гайка; *11* – седло клапана; *12* – клапан первой ступени; *13* – кольцевой зазор; *14* – шарик; *15* – первая ступень; *16* – пружина первой ступени; *17* – регулировочный винт первой ступени; *18* – крышка первой ступени; *19* – шток первой ступени; *20* – мембрана первой ступени; *21* – предохранительный клапан; *22* – корпус предохранительного клапана; *23* – регулировочный винт предохранительного клапана; *24* – штуцер подвода ОЖ; *25* – подогревающая полость; *26* – соединительный канал; *27* – возвратная пружина; *28* – корпус клапана второй ступени; *29* – дозирующее отверстие; *30* – мембрана второй ступени; *31* – шток второй ступени; *32* – упор штока второй ступени; *33* – крышка второй ступени; *34* – регулировочный винт второй ступени; *35* – предохранительный клапан; *36* – штуцер отвода ОЖ; *37* – шпилька; *38* – корпус редуктора первой ступени; *39* – входной штуцер подачи газа

Двухступенчатый РВД содержит первую *15* и вторую *5* редуцирующие ступени, а также подогревающую полость *25*. РВД снабжен штуцером подвода *24* и отвода *36* подогревающей жидкости, трубопровод 8 высокого давления и выходной газовый патрубок *6*. В корпусе *38* первой ступени *15* размещен предохранительный клапан *35*, обеспечивающий аварийный сброс газа в атмосферу.

Понижение давления газа с 20 до 0,6 МПа сопровождается расширением газа в полости первой ступени и поглощением тепловой энергии от окружающих компонентов.

Природный газ с большим содержанием влаги и углекислоты предварительно подогревают, так как наличие влаги в РВД может привести к замерзанию и нарушению нормальной работы двигателя. Для предотвращения подобного явления автомобиль оборудован подогревателем газа. При редуцировании КПГ происходит снижение его температуры на 65–70 °С. Предварительный подогрев КПГ осуществляется за счет теплоты охлаждающей жидкости, циркулирующей в системе охлаждения двигателя.

Входная первая ступень снабжена подогревающей полостью *25*, сообщенной через входной штуцер *24* с системой охлаждения двигателя. Подогрев газа во входной ступени *15* обеспечивает компенсацию понижения температуры расширяющегося газа, вызванного значительным перепадом давления до и после запорного клапана *12*.

Подогревающая полость *25* ОЖ содержит штуцер *24* и *36* соответственно подвода и отвода охлаждающей жидкости двигателя.

При повышении давления газа в полости первой ступени *15* выше 1,2–1,4 МПа усилие давления газа преодолевает усилие пружины *16* первой ступени, клапан *21* открывается и газ через дренажное отверстие регулировочного винта *23* предохранительного клапана и шланг системы вентиляции отводится в безопасном месте в атмосферу, предотвращая прорыв мембраны *20* первой ступени.

Газ в полость первой ступени *15* РВД поступает по впускному штуцеру через кольцевой зазор *13* между клапаном *12* и седлом *11*, где расширяется с понижением давления и температуры, а через зазор между клапаном *4* и седлом *3* поступает в полость второй ступени *5*. Газ из полости второй ступени *5* через выходной патрубок *6* поступает в систему питания двигателя.

В зависимости от режимов работы двигателя происходит изменение проходного сечения редуктора, которое определяется положением клапанов *12* и *4* первой и второй ступеней относительно седел *11* и *3* соответственно. Когда давление газа под мембраной *30* второй ступени достигает 0,26–0,3 МПа, сила давления газа на мембране *30* уравновесит усилие пружины *1*, мембрана с упором штока второй ступени отходит от штока *31*, клапан второй ступени *4* под действием возвратной пружины *27* переместится и закроется.

Информация о нагрузке двигателя поступает на РВД в виде разрежения во ВТ, которое участвует в управлении подачей газа в двигатель. Для этого на крышке второй ступени *33* вмонтирован штуцер разрежения *2*, который соединяет надмембранную полость второй ступени с ВТ двигателя. Изменение разрежения во ВТ автоматически отслеживается второй ступенью РВД, корректирующей расход газа.

Фильтры высокого и низкого давления *31* и *29* соответственно служат для очистки поступающего к двигателю газа от твердых частиц, паров масла и воды.

Педаль содержит электронную схему, размещенную на металлической пластине, основной и дополнительный резервный датчики положения педали дросселя. На электронную схему модуля педали дросселя подают питание напряжением 5 В, используемое для создания переменного тока высокой частоты для питания катушки возбуждения.

Эффективным методом улучшения эксплуатационных показателей ДВС является РЦ ОГ. На состав ВВ ОГ рециркуляция влияет за счёт снижения выброса в атмосферу общей массы ОГ и снижения содержания свободного кислорода в рабочей смеси.

Доля одного цилиндра в общей массе воздуха, поступившей в цилиндры ДВС за рабочий цикл, соотнесенную с тактностью работы ДВС. Цикловое наполнение двигателя с учетом РЦ ОГ можно представить зависимостью [4]:

$$G_{цн} = \frac{M_{мн} i \eta_{рц}}{1{,}2 n} \cdot 10^4, \qquad (1)$$

где $G_{цн}$ – цикловое наполнение цилиндра (мг/цикл); $M_{мн}$ – массовое наполнение цилиндра; i – тактность двигателя; n – частота вращения КВ двигателя; $\eta_{рц}$ – коэффициент рециркуляции ОГ.

Количество перепущенного ОГ в единицу времени может быть представлено

$$M_{пр} = M_{кс} - M_{вт}, \qquad (2)$$

где $M_{пр}$ – количество перепущенного газа; $M_{кс}$ – общая масса ОГ в камере сгорания; $M_{вт}$ – масса ОГ поступающего газа во ВТ,

$$\eta_{рц} = \frac{M_{пц}}{M_{кс}}. \qquad (3)$$

РЦ уменьшает содержание кислорода в камере сгорания, но также влияет на протекание процесса сгорания и снижает максимальную температуру во фронте пламени, в результате чего происходит снижение эмиссии NO_x. Величина циклового наполнения $G_{вц}$ (мг/цикл) является одним из первичных управляющих параметров, определяющих характер протекания рабочего цикла с учетом рециркуляции ОГ:

$$G_{вц} = V_h \gamma_{вт} \frac{T_{вт}}{T_{вт} + \Delta T} \frac{\varphi_{доз}}{k(\varepsilon - 1)} \frac{p_a}{p_{вп}} \times$$
$$\times \left(\varepsilon - \frac{p_\gamma}{p_a} + (k-1)(\varepsilon - 1)\eta_v \eta_{рц} \right), \qquad (4)$$

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

Цикловое наполнение зависит от конструктивных параметров двигателя и выпускной системы,

внешних условий на впуске и противодавления ОГ.

В качестве факторов, влияющих на цикловое наполнение рассматривают температуру и давление остаточных газов, зависящие от противодавления на выпуске и степени их перетекания во впускную систему при перекрытии клапанов, температура и давление воздуха на впуске, определяемая фазами газораспределения и степенью газодинамического наддува. Под коэффициентом наполнения (η_v) следует понимать долю рабочего объема двигателя, которую занимает свежий заряд $M_{св}$ при давлении и температуре газов в цилиндре двигателя:

$$\eta_v = \frac{M_{св}}{M_т}, \quad (5)$$

где $M_{св}$ – масса свежего заряда, поступившего в цилиндр в процессе наполнения; $M_т$ – теоретическая масса свежего заряда, которая могла бы поступить в цилиндр в процессе наполнения.

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

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\frac{T_{вп}}{T_{вп} + \Delta T}\frac{p_a}{p_{вп}} \times \left(1 - \frac{p_\gamma \varphi_{рц} \varphi_{оч}}{\varepsilon \varphi_{доз} p_a}\right)\varphi_{доз}, \quad (6)$$

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.

Рециркуляция ОГ сопровождается уменьшением максимальной температуры цикла благодаря уменьшению свежего заряда и увеличению его теплоемкости.

Присутствие их в процессе сгорания приводит к снижению локальных и средних температур цикла, способствующих образованию NO_x.

Зависимость линейная: коэффициент остаточных газов равен нулю – мощность максимальная; с ростом коэффициента остаточных газов мощность всегда падает.

Применение системы РЦ ведет к уменьшению мощности ДВС, ухудшению экономичности и ухудшению всех технико-экономических показателей, кроме экологических.

Система РЦ содержит внешние и внутренние ОГ. Внешние ОГ образуются при работе камеры сгорания и направляются в выпускную систему. Внутренние ОГ образуются при работе камеры сгорания в результате эффекта перекрытия клапанов и остаются как в камере сгорания, так и поступают во ВТ. Доля внутренних ОГ существенно меньше внешних. В обедненном режиме работы двигателя присутствует 8 % кислорода, сгорающего в камере сгорания неполностью. Определенная доля внутренних ОГ вместе с внешними поступает на повторное дожигание, а некоторое количество вместе с внутренними ОГ остается в камере сгорания.

Рециркуляция ОГ обеспечивает увеличение наполнения цилиндров при остающемся постоянном количестве подаваемого свежего воздуха. Современные двигатели, обеспечивающие точный расчет ОГ, перепущенных в камеру сгорания, эксплуатируются с большим коэффициентом избытка воздуха.

Определяющим параметром системы РЦ является коэффициент рециркуляции

$$K_{рц} = \left(\frac{C^{вт}_{CO_2} - C^{ос}_{CO_2}}{C^{ог}_{CO_2}}\right) \cdot 100\,\%, \quad (7)$$

где $C^{вт}_{CO_2}, C^{ос}_{CO_2}, C^{ог}_{CO_2}$ – концентрации CO_2 соответственно во ВТ, окружающей среде и ОГ.

Коэффициент рециркуляции ($K_{рц}$) представляется в процентах относительно ОГ $G_{ог}$. Большие значения $K_{рц}$ соответствуют высокой частоте вращения КВ.

Аналогичный подход использован фирмой Ricardo Consulting Engineers путем введения параметра EGR (Exhaust gas recirculation) – control [5, 6].

Действие ОГ на протекание процесса сгорания проявляется в двух аспектах. Содержащийся в составе ОГ диоксид азота способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращается период задержки воспламенения $\varphi_{\tau i}$. Сгорание протекает при меньшей скорости нарастания давления – $(dp/d\varphi)_{max}$, в результате чего снижается содержание оксидов азота NO и углеводородов C_mH_n (особенно альдегидов) в составе ОГ.

Возврат ОГ в объеме 25 % обратно на впуск двигателя сопровождается ухудшением процесса сгорания, замедлением его скорости, снижением температуры и давления в цилиндре, т.е. создаются условия, способствующие уменьшению выброса NO_x.

Рециркуляция с перепуском ОГ от 5 до 20 % снижает количество NO_x до 30 %, но увеличивает дымность дизеля и расход топлива на 2–3 %. Существует способ РЦ ОГ с кислородным их обогащением путем повышения объёмной концентрации кислорода в воздушной смеси до 25–35 %, что способствует уменьшению дымности ОГ в 5–8 раз, СО на 30–50 %; C_xH_y на – 30–85 %, расхода топлива на 5–10 %, но при этом в 10–16 раз увеличивается эмиссия NO_x.

Важной проблемой рециркуляции является сложность автоматического регулирования закона перепуска ОГ в зависимости от режима работы дизеля.

Принципиальная схема системы РЦ двигателя 8 VЧ (12/13) приведена на рис. 3.

Система РЦ "EGR" содержит левый выпускной *3* и правый *16* выпускной трубопровод, сообщенный через трубопровод *30* с турбиной *29* ТРК, теплообменник *17* с входным *23* и выходным *15* патрубками, полости *22* подачи ОЖ, сопло *11* Вентури, дроссельную заслонку *12* с пневмоприводом *14* и охладитель наддувочного воздуха (ОНВ) *6* с патрубками *5* и *10* подачи наддувочного воздуха до и после ОНВ, заслонку *9* с пневмоприводом *8* и компрессор *28*.

Степень РЦ ОГ регулируют путем изменения положения дроссельных заслонок *9* и *13* по величине наддувочного воздуха. Сопло *12* Вентури обеспечивает равномерное смешивание ОГ и наддувочным воздухом. Оценка эффективности выброса ВВ двигателя 8VЧ (12/13) осуществлялась по 13-режимному циклу.

Охлаждение ОГ в теплообменнике *17* осуществляется путем подачи ОЖ из внутреннего контура двигателя *1*. Оптимальная температура ОЖ составляет 75–80 °С. Оптимальная величина ОГ в системе РЦ составляет 150 °С. Отвод теплоты от ОГ составляет 265 МДж/ч. Расчетное количество ОЖ для обеспечения перепада 10 °С составляет 6 м^3/ч.

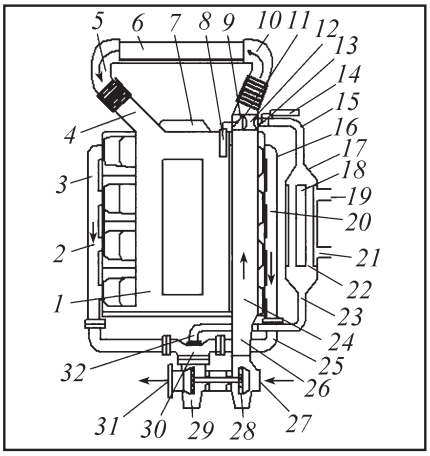


Рис. 3. *Принципиальная схема системы РЦ ОГ:*
1 – газовый двигатель; *2*, *20* – поток ОГ до турбины; *3* – выпускной трубопровод (левый); *4* – поток надувочного воздуха с РГ после ОНВ; *5* – патрубок наддувочного воздуха с ОГ после ОНВ; *6* – охладитель наддувочного воздуха (ОНВ); *7* – привод вентилятора; *8* – привод заслонки нагнетательного воздуха; *9* – заслонка нагнетательного воздуха; *10* – патрубок наддувочного воздуха с РГ до ОНВ; *11* – смеситель; *12* – сопло Вентури; *13* – заслонка подачи ОГ; *14* – привод заслонки ОГ; *15* – патрубок подачи ОГ после ОНВ; *16* – выпускной трубопровод (правый); *17* – теплообменник; *18* – полости подачи ОЖ; *19* – штуцер отвода ОЖ; *21* – штуцер подвода ОЖ; *22* – полости подачи РГ; *23* – патрубок подачи ОГ до теплообменника; *24* – патрубок наддувочного воздуха после ТРК; *25* – патрубок; *26* – патрубок потока воздуха; *27* – патрубок входа компрессора; *28* – компрессор ТКР; *29* – турбина ТКР; *30* – трубопровод; *31* – ОГ на выходе турбины; *32* – патрубок ОГ до теплообменника

Рециркуляция ОГ обеспечивает увеличение наполнения цилиндров при остающемся постоянном количестве подаваемого свежего воздуха. Присутствие ОГ в процессе сгорания приводит к снижению локальных и средних температур цикла, способствующих образованию NO_x [7, 8].

Содержащийся в составе ОГ диоксид азота способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращается период задержки воспламенения $\varphi_{\tau i}$. Сгорание протекает при меньшей скорости нарастания давления $(dp/d\varphi)_{max}$, в результате чего снижается содержание оксидов азота (NO) и углеводородов (C_mH_n).

РЦ замещает содержание кислорода в камере сгорания, что влияет на протекание процесса сгорания и снижение максимальной температуры во фронте пламени, сопровождающейся снижением эмиссии NO_x.

Уменьшение кислорода сопровождается снижением интенсивности тепловыделения в период кинетического сгорания, обеспечивая умеренные скорости образования NO_x. Однако при этом увеличиваются неполнота сгорания топлива, дымность ОГ и выброс ТЧ.

Уменьшение температуры продуктов сгорания и выброса NO_x при использовании РЦ на 90 % связано с уменьшением содержания кислорода и только 10 % эффекта связывают с повышением удельной теплоемкости заряда. Применение РЦ приводит к запаздыванию начала сгорания и замедлению его развития, что сопровождается снижением температуры сгорания рабочей смеси и сокращению периода, в течение которого макси-

мальные температуры цикла остаются неизменными.

Основная масса NO образуется в первой половине процесса сгорания. Запаздывание процесса тепловыделения является основным фактором, вносящим вклад в образование NO_x. Содержание в составе ОГ двуокиси азота NO_2 способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращается ПЗВТ и сгорание протекает при меньшей скорости нарастания давления $(dp/d\varphi)_{max}$.

Принципиальная схема системы рециркуляции ОГ современного двигателя с λ-зондом приведена на рис. 4.

Система снижения токсичности и дымности ОГ дизеля *1* содержит систему питания "Comman rail" (CR), впускной *3* и выпускной *11* трубопроводы, сообщенные между собой с помощью патрубка рециркуляции *15*, нагнетатель *8* с температурным датчиком и управляющий λ-зонд *9* и электромагнитную форсунку *2*, связанную электрической цепью с ЭБУ *7*, массовый расходомер воздуха *6*, устройство дозирования специальной присадки к топливу, каталитический нейтрализатор и сажевый фильтр, ЭБУ *7*, сообщенный с функциональными элементами. Массовый расходомер воздуха снабжен пленочным термоанемометром.

При умеренной степени рециркуляции 5–15 % ОГ и сохранении исходными M_e в двигателе достигаются весьма низкие удельные выбросы NO_x = 4,5 – – 2,5 г/(кВт·ч) (по 13-ступенчатому циклу) при обеспечении приемлемого уровня дымности ОГ, что является важнейшим преимуществом системы РЦ ОГ.

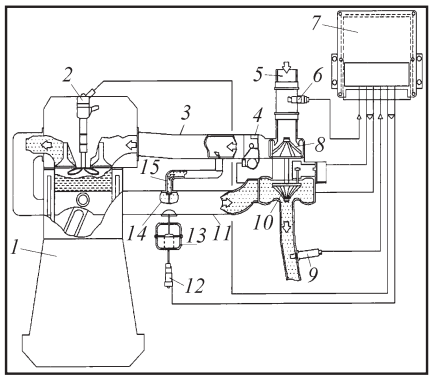


Рис. 4. *Система рециркуляции ОГ*

При большой степени РЦ, превышающей 40 % от объема воздуха на впуске, происходит увеличение содержания сажи, CO, C_mH_n и увеличение расхода топлива из-за недостатка кислорода.

Перепуск ОГ снижает содержание кислорода в рабочей смеси и снижается температура сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя. Величину перепуска ОГ уменьшают на 25 %. Система РЦ включается только в определенный период сгорания после холостого хода вплоть до верхней планки оборотов, у дизелей до 3 000 мин$^{-1}$ и средней нагрузке.

РЦ ОГ увеличивается общее наполнение цилиндров при остающемся постоянном количестве подаваемого свежего воздуха. Количество ОГ определяется ЭБУ по заложенной программе на основании показаний датчика охлаждающей жидкости, датчика абсолютного давления или датчика расходомера воздуха, датчика положения дроссельной заслонки, датчика температуры воздуха во ВТ.

При работе ДВС на КПГ не происходит смывания масляной пленки со стенок цилиндров. На головке блока цилиндров не образуется отложений углерода. Ресурс двигателя, работающего на КПГ в более благоприятных условиях, на 30–40 % выше по сравнению с бензином.

Конструктивные особенности газобаллонных НТС в значительной степени предопределяют эффективность применения КПГ [10–13]. Принципиальная схема системы питания на КПГ современных газобаллонных автомобилей приведена на рис. 5.

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

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

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

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

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

Газовый фильтр грубой очистки газа *13* удаляет влагу и компрессорное масло из КПГ. Предохранительный клапан, отрегулированный на давление 2,4 МПа,

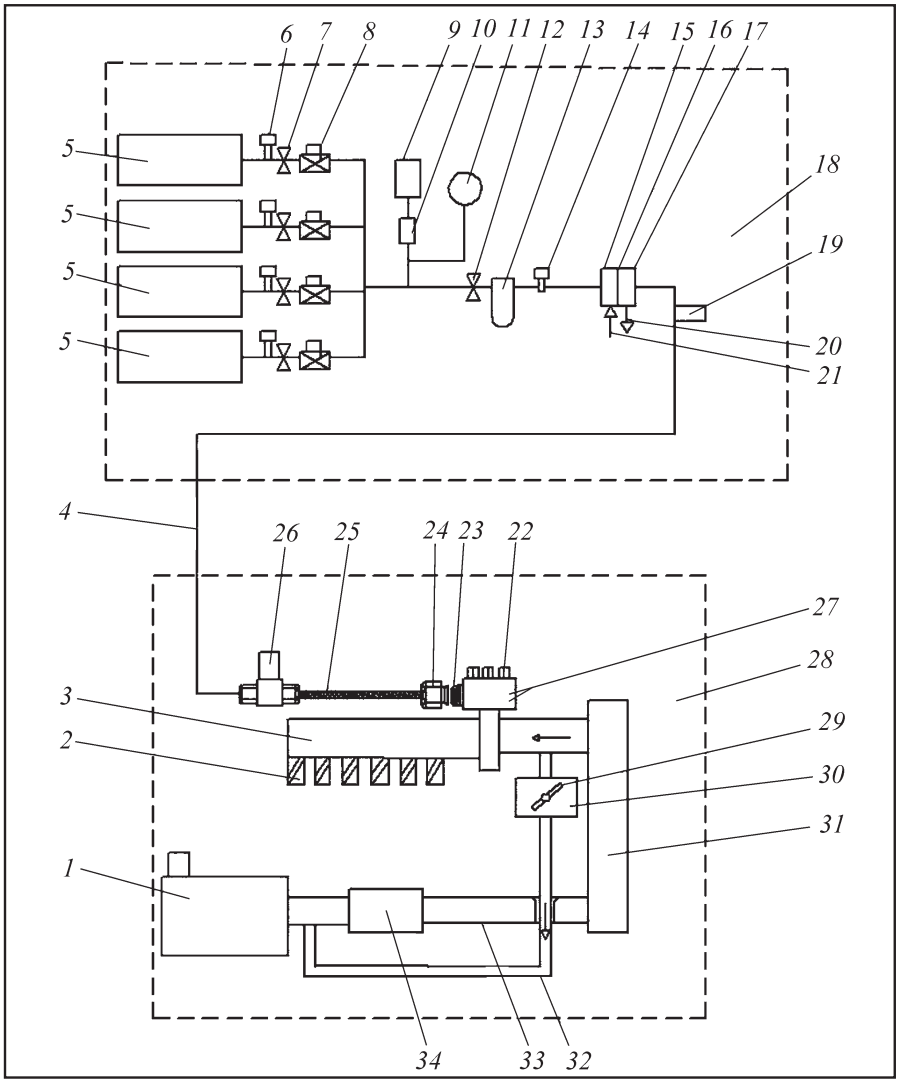


Рис. 5. *Принципиальная схема системы подачи КПГ:*
1 – воздушный фильтр; *2* – дозатор газа; *3* – газовая рампа; *4* – газовый трубопровод; *5* – газовые баллоны; *6* – предохранительный клапан с разрывной мембраной; *7* – баллонный вентиль; *8* – электромагнитный клапан; *9* – заправочное устройство;*10*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

устанавливают между испарителем и отсечным клапаном. Данный клапан стравливает избыточное давление из системы.

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

Каждый баллон *5* оснащен электромагнитным клапаном *8*, который открывается после запуска двигателя. Ручной технологический вентиль *14* обеспечивает герметичность газового баллона. Клапан *14* в нормальном состоянии открыт и закрывается вручную маховичком только в аварийной ситуации.

Для обеспечения безопасности предохранительный клапан *6* снабжен разрывной мембраной. Плавкий элемент закрывает отверстие для выхода газа. Элемент разрушается, обеспечивая свободный выход газа.

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

Универсальное заправочное устройство КПГ современных ГБА приведено на рис. 6.

Устройство содержит шаровой кран, размещенный в корпусе *3* и управляемый рукояткой *1*. Заправочное отверстие закрыто технологической пробкой *10*, размещенной в канале корпуса *4*. Перед заправкой технологическую пробку *10* извлекают и в канал корпуса *4* устанавливают наконечник заправочного шланга.

Пробка выполнена таким образом, что давление газа подводится к кольцевой проточке в корпусе *3* устройства и действует на пробку с одинаковым осевым усилием в обоих направлениях. Это необходимо из условия обеспечения безопасности, так как в противном случае пробку выбивало бы из отверстия.

Перед заправкой пробку извлекают и на ее место устанавливают наконечник заправочного устройства. После открытия наполнительного вентиля АГНКС газ высокого давления поступает

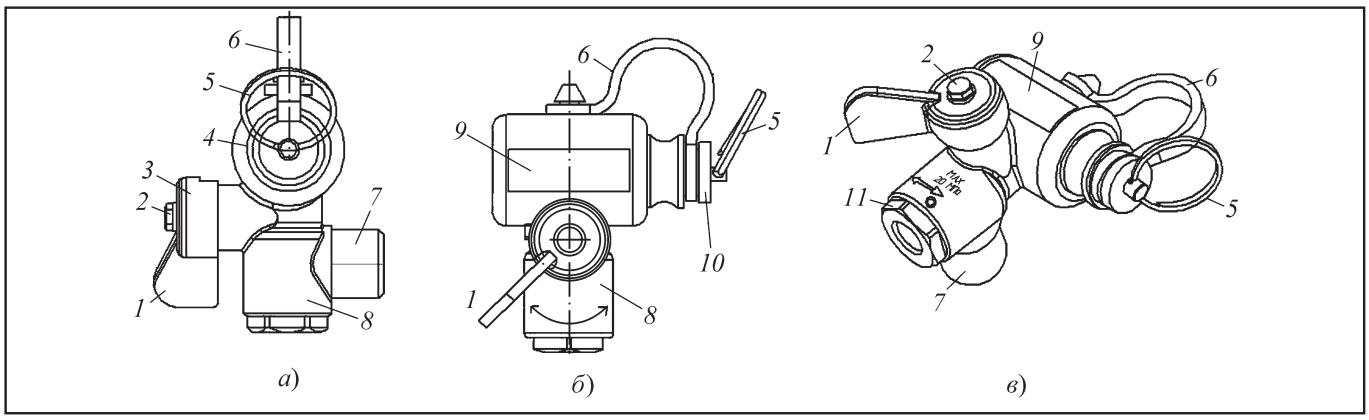


Рис. 6. *Заправочное устройство КПГ:*
1 – рукоятка ручной заправки; *2* – стопорная гайка; *3* – корпус крана; *4* – корпус технологической пробки; *5* – предохранительное кольцо; *6* – резиновая пластина; *7* – штуцер подачи газа; *8* – корпус шарового клапана; *9* – паспорт заправочного устройства; *10* – технологическая пробка; *11* – штуцер подачи газа; *а* – размещение рукоятки ручной заправки; *б* – размещение функциональных компонентов заправочного устройства; *в* – общий вид заправочного устройства

к баллонам. По окончании заправки вентиль закрывают, наконечник заправочного шланга извлекают из отверстия заправочного устройства. В заправочное устройство устанавливают технологическую пробку.

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

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

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

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

Для обеспечения безопасности клапан сброса давления снабжен разрывной мембраной. Пропускную способность мембранных предохранительных устройств в случае статического повышения давления рассчитывают по формуле:

$$G = AFp, \qquad (8)$$

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

Газовые баллоны для хранения КПГ рассчитаны на рабочее давление 20 МПа и используются для длительного хранения КПГ.

Принципиальная схема композитного газового баллона приведена на рис. 7.

Отечественная промышленность выпускает автомобильные баллоны для КПГ объемом от 34 до 400 л. Их изготавливают их стальных бесшовных труб или листовых заготовок, а также из композитных материалов. Горловина баллона снабжена резьбой для ввинчивания вентиля.

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

 ISSN 2073-8323

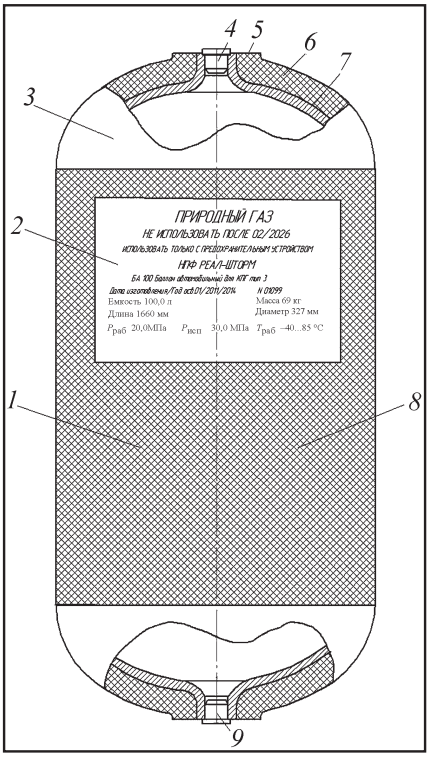


Рис. 7. *Газовый баллон:*
1 – корпус; *2* – паспорт; *3* – горловина; *4* – технологическая пробка; *5* – фланец; *6* – металлический несущий лейнер; *7* – герметизирующая оболочка; *8* – армирующая оболочка; *9* – пробка

Высокое давление хранения предъявляет к баллонам повышенные требования прочности, равной 2,4.

Для снижения массы баллона и повышения прочности стенок применяют легированные металлы или алюминий, армированный стеклопакетом. Устанавливают также металлокомпозитные баллоны в базальтовом коконе. Армированные пластмассовые сосуды в 3–4 раза легче стальных.

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

Предохранительный клапан стравливает избыточное давление из системы. Скоростной клапан ограничивает поток при удалении газа из баллона, а также при негерметичности обратного клапана. Предохранительный клапан, установленный на газовом редукторе, позволяет стравливать давление газа в РРТ на случай замены фильтра.

Скорость сгорания газа, связанная с высоким ОЧ, требует увеличения угла опережения зажигания, что приводит к перегреву деталей двигателя. В эксплуатации наблюдаются случаи прогорания днища поршней и клапанов при слишком раннем зажигании и работе на бедных смесях.

Маркировка баллона для КПГ приведена в информационной зоне, очерченной белой полосой, отчетливо выбивают следующие паспортные данные: товарный знак завода-изготовителя, порядковый номер баллона; месяц и год изготовления и следующего переосвидетельствования, рабочее давление и давление гидравлических испытаний, объем баллона в литрах, масса баллона в кг, клеймо ОТК завода-изготовителя; номер стандарта на баллон [14]. Даты первого и последующего гидравлических испытаний баллона указывают: месяц и год первого, затем год последующего. Повторные гидравлические испытания проводятся в установленные сроки на специально организованных испытательных пунктах по специальной программе.

При работе двигателя на газе создаются условия образования на соприкасающихся поверхностях (клапан и седло) оплавленных микроучастков и окисления продуктов износа. Наиболее слабыми элементами являются сопряжения клапанов газораспределительного механизма. Бензин впрыскивается во впускной трубопровод в распыленном жидком состоянии и охлаждает впускные клапаны. Нарушение герметичности элементов системы питания сопровождается утечкой газа и создает угрозу безопасной эксплуатации автомобиля или прекращение транспортного процесса [14].

Принципиальная схема системы подачи КПГ современных газобаллонных двухтопливных легковых автомобилей приведена на рис. 8.

Система питания содержит газовые баллоны *24–27*, сообщенные между собой с помощью соединительных трубопроводов *4*, *6* и *8* и магистрального трубопровода *11* высокого давления, заправочное устройство *2* с обратным клапаном, газовую распределительную магистраль *15*, снабженную датчиком давления *16* и электромагнитными дозирующими клапанами *17* и сообщенную через гибкий шланг *14* с одноступенчатым редуктором *12* (регулятором давления газа).

Двигатель *21* снабжен впускным трубопроводом *18* с дроссельным патрубком *19*, электромагнитными клапанами (форсунками) *17*, сообщенными гидравлически с газовой магистралью *15*, а также датчиком *20* давления воздуха.

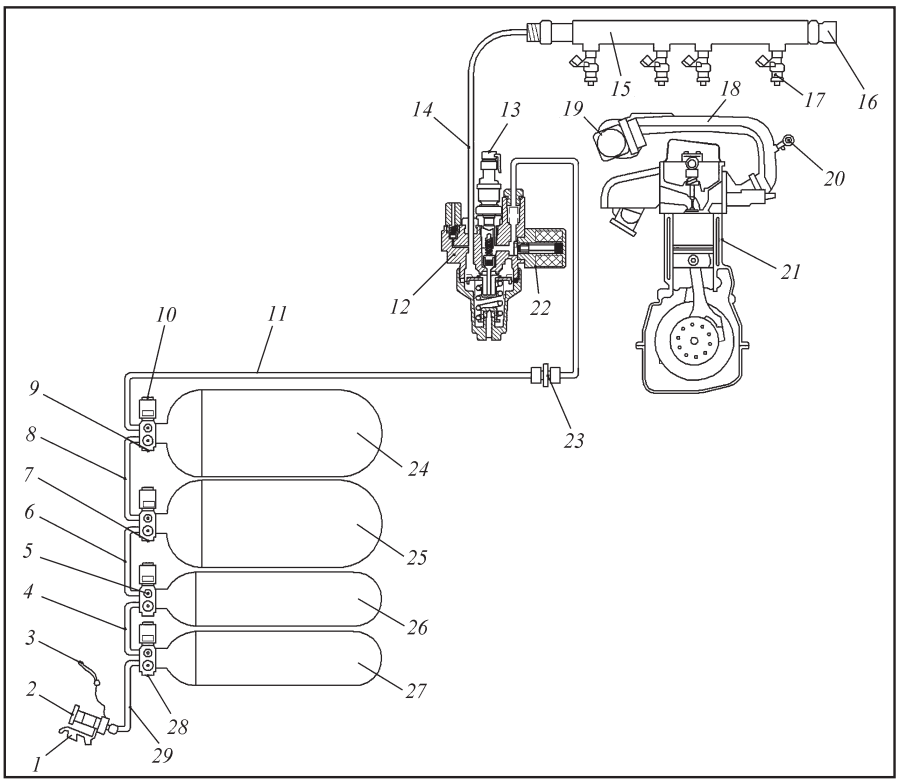


Рис. 8. *Принципиальная схема системы подачи КПГ современного автомобиля:* *1* – крепление заправочного устройства; *2* – заправочное устройство со встроенным фильтром и обратным клапаном; *3* – гибкий шланг; *4* – соединительная газовая магистраль; *5* – запорный вентиль; *6* – трубопровод высокого давления; *7* – запорный вентиль; *8* – трубопровод высокого давления; *9* – запорный вентиль; *10* – электромагнитный запорный клапан; *11* – магистральный трубопровод высокого давления; *12* – одноступенчатый редуктор; *13* – датчик давления газа в баллоне; *14* – соединительный гибкий шланг низкого давления; *15* – газовая распределительная магистраль; *16* – датчик газовой распределительной магистрали; *17* – электромагнитные дозирующие клапаны; *18* – впускной трубопровод; *19* – расходомер воздуха; *20* – датчик давления; *21* – двигатель; *22* – магистральный электромагнитный запорный клапан; *23* – соединительная муфта; *24–27* – газовые баллоны; *28* – запорный вентиль; *29* – трубопровод высокого давления

Заправочное устройство газовой и бензиновой систем питания расположено под одним общим лючком. Устройство оснащено обратным клапаном, встроенным металлическим фильтром, обратным запорным клапаном отключения подачи газа и заглушку, размещенную на гибком шланге *3*, препятствующим попаданию загрязнений. Обратный поток газа при негерметичной системе невозможен благодаря обратному клапану.

Газобаллонная установка автомобилей содержит четыре газовых баллона общим объемом 115 л. Баллоны размещены в двух поддонах под днищем автомобиля. Все четыре газовых баллона имеют разные размеры и вместимость, обеспечивающие максимальное использование имеющегося свободного пространства. Передний поддон закреплен на днище кузова перед задней осью. В нем расположены два газовых баллона и аварийный бензиновый бак. Объем аварийного бензинового бака составляет 13 л. На поддоне за задней осью расположены два малых газовых баллона.

На поддоне перед задней осью расположены два больших газовых баллона (54 и 34 л), а также аварийный бензиновый бак. На меньшем поддоне за задней осью расположены два малых газовых баллона (14 и 12 л).

Газовые баллоны рассчитаны на рабочее давление 20 МПа и используются для длительного хранения КПГ. Баллоны подвергаются соответствующим испытаниям и клеймению на заводе-изготовителе.

На автомобилях устанавливаются облегченные баллоны из легированной стали с одной горловиной, рассчитанные на рабочее давление 19,6 МПа общей вместимость 54 л. Они имеют цилиндрическую форму со сферическими днищами.

Толщина стенок 1-го баллона составляет 8 мм. Газовые баллоны рассчитаны на 20 лет эксплуатации. Баллоны испытывают на герметичность при полностью открытом и закрытом положениях вентилей с помощью сжатого воздуха, очищенного от масла и механических примесей, или азота методом омыливания или погружения в воду под давлением 20 МПа. В процессе испытаний не допускается пропуск воздуха под клапаном штока и по резьбовому соединению.

На испытанный баллон наносят клеймо. На переднем днище баллона указывается: марка завода-изготовителя; порядковый номер баллона; масса баллона в кг; дата (месяц и год) изготовления и последующего испытания; значения рабочего и пробного давления; объем баллона в л; клеймо ОТК завода-изготовителя; номер стандарта на баллон.

Даты первого и последующего гидравлических испытаний баллона указываются следующим образом: месяц и год первого, затем год последующего. Повторные гидравлические испытания проводятся в установленные сроки на специально организованных испытательных пунктах по специальной программе.

Гидравлические и пневматические испытания автомобильных баллонов для КПГ проводят периодически: для баллонов из легированной стали – не реже 1 раза в 5 лет; для баллонов из углеродистой – не реже 1 раза в 3 года.

РВД *12* оснащен клапаном магистральным запорным, клапаном высокого давления *22* для работы на газе и датчиком *13* давления газа в баллонах.

Четыре клапана газовых клапанов и клапан РВД автоматически прекращают подачу газа при остановке двигателя, при переключении в режим работы на бензине, а также в случае аварии. На каждом из четырех газовых баллонов *24–27* расположен вентиль *9* и запорный клапан *10*.

Наружный диаметр газовых магистралей в области от приемного патрубка *2* до запорного клапана (четвертого) газового баллона *24* составляет 8 мм. От запорного клапана четвертого газового баллона *24* до датчика давления *13* газа наружный диаметр магистрали составляет 6 мм.

Баллон оснащен ограничителем потока газа, термическим предохранителем и запорным вентилем. Газовые баллоны *24–26* оснащены вентилями *9* и запорными клапанами *10*.

Для соединения редуктора *12* с газовой распределительной магистралью использован гибкий шланг *14* из специальной ткани. Газовая распределительная магистраль *15* расположена у верхней части впускного трубопровода. Она оснащена четырьмя электрически управляемыми клапанами подачи газа *17*, а также датчиком газовой распределительной магистрали *16*.

Клапаны подачи газа *17* расположены во впускных каналах цилиндров. В режиме работы на газе они получают управление от блока управления двигателя при помощи сигнала с широтно-импульсной модуляцией.

Если давление в газовой распределительной магистрали превышает значение в 10,5 бар и пропадает сигнал с датчика, то происходит переключение на режим аварийной работы на бензине.

Впускной трубопровод *18* снабжен блоком *19* дроссельной заслонки с воздушной заслонкой и клапаном-дозатором холостого хода. Блок *19* дроссельной заслонки снабжен датчиком положения дроссельной заслонки.

Одноступенчатый редуктор *12* содержит входную (первую), вторую (промежуточную) и выходную (третью) редуцирующие ступени, а также подогреватель газа.

Система управления содержит ЭБУ, связанный электрической цепью с трехвыводным пневматическим электрическим клапаном *3*, клапаном *6* контроля давления наддува, кислородным датчиком *7* и клапаном-дозатором *13* ХХ, а также датчиком *17* разрежения ХХ и модулем зажигания *15*.

Система впуска воздуха содержит датчик *14* температуры входящего воздуха и датчик *17* разрежения, размещенных во ВТ.

Двигатель адаптирован под эксплуатацию на ПГ. Октановое число природного газа равно 130. Степень сжатия можно было повысить до 13,5. Принципиальная схема системы питания КПГ приведена на рис. 9.

Она содержит контур высокого давления *7*, переходную область *17* давления и контур низкого давления *19*. Контур высокого давления системы содержит заправочное газовое устройство *5*, контур высокого давления *7*, газовые магистрали из нержавеющей стали *3* и *8*, газовые баллоны *24–26* с запорными клапанами, размещенные в поддонах.

Газовые баллоны соединены между собой при помощи межбаллонных трубок *8*, *11*, *12*, а кассета через запорный вентиль *1* соединена с газовой аппаратурой посредством магистрального трубопровода высокого давления.

Переходная область содержит РВД *18*. Газовая система содержит заправочный узел *5* с регулятором *25* давления газа и отсечным электромагнитным клапаном *26* газовой магистрали.

Газовая магистраль *22* снабжена электромагнитными высокоскоростными форсунками *21*, сообщенными электрической цепью с ЭБУ. Переходная область *17* давления содержит РВД 25, датчик давления газа в баллоне *18* и запорный клапан *26*. Область низкого давления газа *19* содержит распределительную магистраль *22*, электромагнитные клапаны *21* и датчик *20* давления.

Газовая распределительная магистраль *22* расположена в верхней части ВТ. Она оснащена четырьмя электрически управляемыми клапанами *21* подачи газа, а также датчиком газовой распределительной магистрали. Принципиальная схема одноступенчатого РВД приведена на рис. 10.

РВД содержит входной *10* и выходной *8* штуцер подачи и рас-

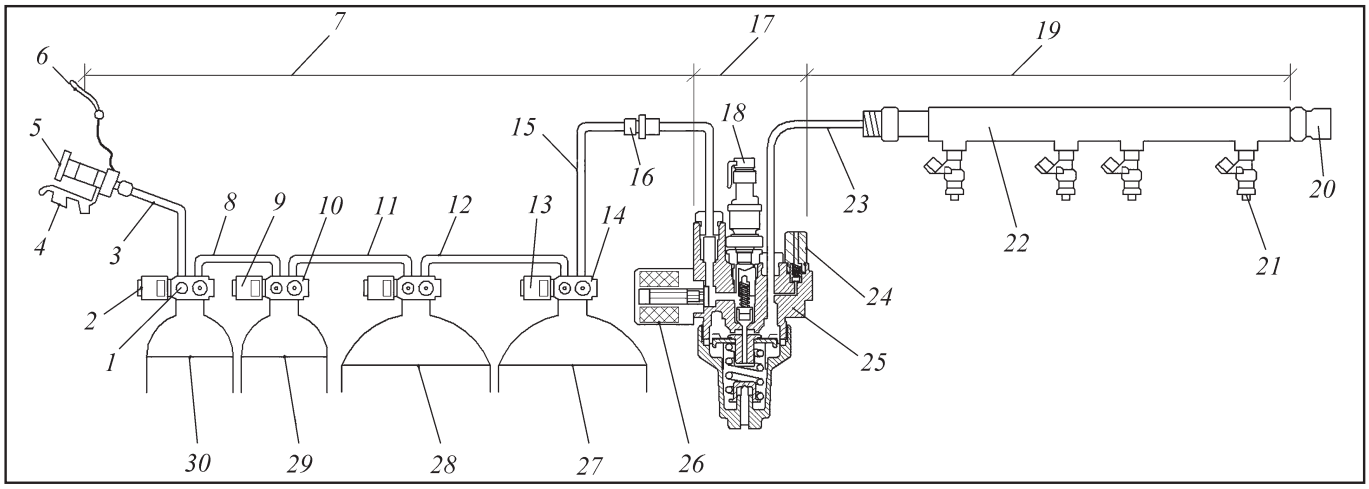


Рис. 9. *Принципиальная схема системы питания КПГ:*
1 – вентиль; *2* – электромагнитный запорный клапан; *3* – заправочный трубопровод; *4* – крепление заправочного устройства; *5* – заправочное устройство; *6* – гибкий шланг; *7* – контур высокого давления; *8* – трубопровод; *9* – электромагнитный запорный клапан; *10* – вентиль; *11*, *12*, *15* – трубопровод; *13* – электромагнитный запорный клапан; *14* – вентиль; *16* – муфта; *17* – переходная область давления; *18* – датчик давления газа в баллоне; *19* – область низкого давления газа; *20* – датчик давления; *21* – электромагнитный клапан подачи топлива; *22* – распределительная магистраль; *23* – гибкий шланг; *24* – предохранительный клапан; *25* – редуктор высокого давления; *26* – магистральный электромагнитный клапан; *27–30* – газовые баллоны

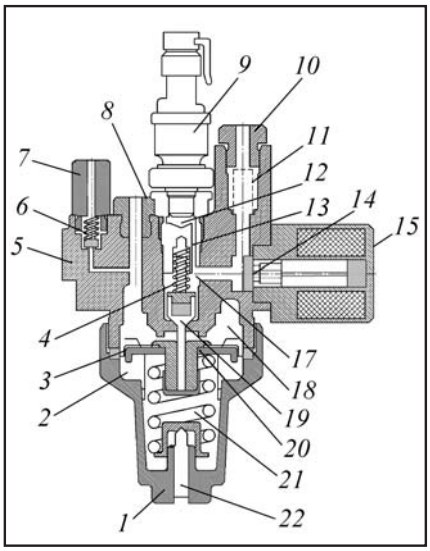
хода газа, датчик давления в баллоне *9*, электромагнитный запорный клапан *15* высокого давления и предохранительный механический клапан *7* избыточного давления.

Редуцирующая система снабжена подвижным поршнем, снабженным штангой и уплотнителем, жестко связанным с мембраной *6* через шток с образованием обратной связи. Поршень нагружен запирающей пружиной *4*.

Регулирующая система включает регулировочный винт *22*, опорный стакан, мембрану *20* с жестким центром, нагруженным задающей пружиной *21*. При полной разгрузке задающей пружины *21* редуцирующий поршень перекрывает седло. В ступени понижения происходит переход от высокого к низкому давлению.

При полной разгрузке задающая пружина *4* перекрывает седло. В результате эффекта дросселирования давление газа снизится до рабочего.

Рис. 10. *Принципиальная схема одноступенчатого редуктора высокого давления газа:*
1 – крышка редуктора; *2* – подмембранная полость; *3* – мембрана; *4* – пружина; *5* – корпус; *6* – пружина; *7* – предохранительный клапан; *8* – выходной штуцер газа; *9* – клапан высокого давления; *10* – входной штуцер; *11* – фильтр; *12* – полость; *13* – полость; *14* – уплотнительная прокладка; *15* – клапан высокого давления; *16* – якорь; *17* – камера высокого давления; *18* – камера низкого давления; *19* – поршень регулятора; *20* – шайба; *21* – пружина; *22* – регулирующий винт



Принципиальная схема подогрева одноступенчатого редуктора высокого давления (РВД) приведена на рис. 11.

РВД выполнен в виде единого агрегата, в котором размещена редуцирующая полость, обогреваемая жидкостью из системы охлаждения двигателя. Наличие жидкостного обогрева позволяет исключить замерзание редуктора при редуцировании КПГ.

ПГ с большим содержанием влаги и углекислоты предварительно подогревают, так как наличие влаги в РВД может привес-

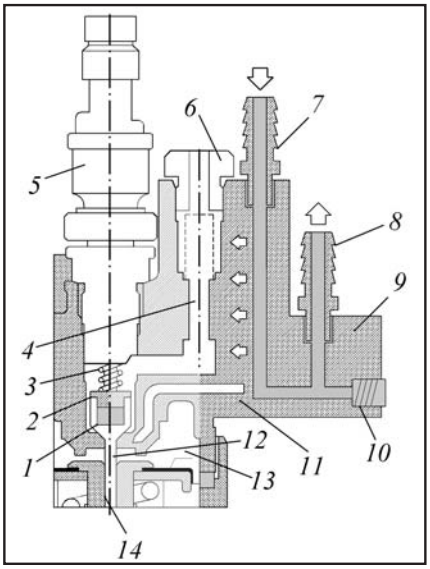


Рис. 11. *Подогрев редуктора высокого давления КПГ:*
1 – поршень редуктора; *2* – соединительная полость; *3* – пружина; *4* – входной газовый канал; *5* – датчик давления; *6* – штуцер высокого давления; *7* – входной штуцер подачи охлаждающей жидкости; *8* – выходной штуцер отвода охлаждающей жидкости; *9* – полость; *10* – предохранитель; *11* – поверхность теплопередачи; *12* – зона обледенения; *13* – камера; *14* – кольцевая полость высокого давлении

ти к замерзанию и нарушению нормальной работы двигателя.

При редуцировании КПГ происходит снижение его температуры. Наличие в газе большого содержания влаги и углекислоты при отсутствии подогревателя КПГ может привести к их замерзанию в редукторе высокого давления.

Входная ступень снабжена подогревающей полостью, сообщенной через подводящий штуцер с системой охлаждения двигателя. Подогрев редуцируемого газа осуществляется путем теплопередачи через корпус от теплоносителя через подогревающую полость входной ступени.

Понижение давления газа с 20,0 до 0,6 МПа сопровождается расширением газа, сопровождающееся поглощением тепловой энергии от окружающих компонентов.

Подогреватель КПГ содержит входной и выходной каналы и лабиринтный подогреватель. Корпус снабжен камерой, входным и выходным каналом, входным и выходным штуцерами. При уменьшении расхода газа или увеличении его входного давления в полость поступает газа больше, чем выходит из редуктора, и давление газа в ней увеличивается.

Принципиальная схема заправочного устройства газовой аппаратуры приведена на рис. 12.

Устройство состоит из корпуса *12* переходника вентилей, в который ввинчены наполнительный *20* и магистральный расходный *9* штуцеры, заправочного штуцера, навинченного на боковой штуцер наполнительного вентиля, трубопроводов высокого давления. Штуцер *9* с трубопроводом высокого давления сообщен с кассетой баллонов. Трубопровод сообщен с блоком высокого давления.

ПГ подается в приемный патрубок со встроенным фильтром и обратным клапаном далее по газовым магистралям к запорному клапану первого газового баллона. Здесь газ проходит еще один обратный клапан и выдавливает клапан отключения подачи газа вверх. Газ попадает в первый газовый баллон. Одновременно с этим газ идет по газовым магистралям к запорному клапану второго газового баллона.

Приемный штуцер содержит встроенный фильтр – обратный клапан. Газовый баллон *1* оборудован обратным клапаном, газовый баллон *2* также имеет обратный клапан.

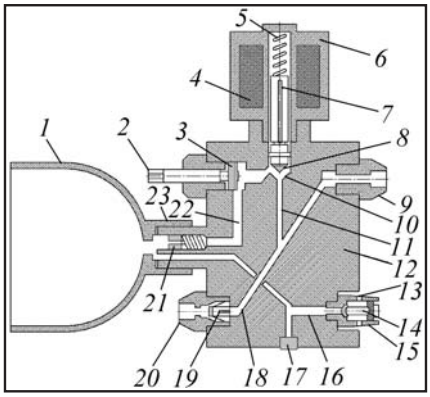


Рис. 12. *Заправка газобаллонной установки КПГ:*
1 – газовый баллон; *2* – шпиндель (рукоятка); *3* – запорный элемент с уплотнителем; *4* – катушка; *5* – пружина; *6* – электромагнитный магистральный клапан; *7* – якорь; *8* – запорный элемент; *9* – выходной штуцер; *10* – седло; *11* – соединительная магистраль; *12* – корпус; *13* – выходное отверстие; *14* – термический предохранитель (стеклянная капсула); *15* – выходной штуцер; *16* – газовый канал; *17* – технологическая заглушка; *18* – центральная магистраль; *19* – соединительный канал; *20* – заправочный штуцер; *21* – ограничитель потока газа; *22* – соединительный канал; *23* – горловина баллона

В процессе заправки газ поступает в первый запорный клапан. Сначала он должен пройти через обратный клапан. Потом газ поступает к клапану отключения подачи газа и своим высоким давлением отжимает тарелку клапана вверх. Таким образом, открывается доступ газа в газовый баллон. Газ проходит через запорный кран, а затем через ограничитель потока газа попадает в газовый баллон. Отдельный канал непосредственно соединяет газовый баллон с термическим предохранителем.

Блок управления подушки безопасности посылает сигнал на блок управления двигателя через шину данных CAN.

Термический предохранитель также установлен на запорном клапане.

Он предотвращает разрушение газового баллона вследствие чрезмерного повышения давления из-за воздействия высоких температур.

Основой термического предохранителя является небольшая стеклянная капсула с жидкостью. При повышении температуры до 110 °С и выше жидкость в капсуле расширяется, капсула лопается и ПГ выходит в атмосферу.

При помощи ручного запорного крана газовый баллон герметично закрыт. По соображениям безопасности выпускной канал к термическому предохранителю остается открытым даже при закрытом запорном кране. Стеклянная капсула закрывает отверстие для выхода газа.

Принципиальная схема впускного трубопровода подачи КПГ приведена на рис. 13.

ВТ состоит из двух частей. Верхняя часть впускного коллектора изготовлена из пластмассы и образует крышку моторного отсека. Нижняя часть впускного коллектора изготовлена из алюминия, отлитого под давлением. В верхней части ВТ установлен датчик давления. Клапаны подачи газа установлены на верхней части ВТ. В нижней части ВТ расположены форсунки для впрыскивания топлива для бензинового аварийного режима работы.

Величина тока нагрева нити измерительной схемы *4* пропорциональна расходу воздуха. Датчик преобразует ток нагрева нити в выходное напряжение постоянного тока. Термоанемометрический ДМРВ позволяет получить информацию о величине цикло-

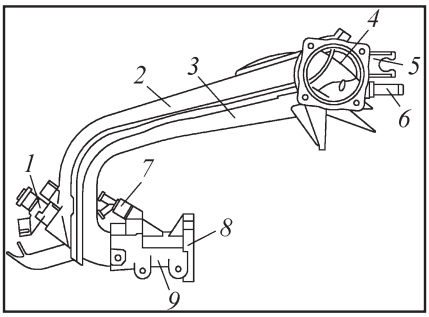


Рис. 13. *Впускной трубопровод КПГ:* *1* – клапан подачи газа; *2* – верхняя часть трубопровода; *3* – дроссельный патрубок; *4* – измерительная схема расходомера воздуха; *5* – датчик давления; *6* – штуцер разрежения; *7* – бензиновая форсунка; *8* – фланец; *9* – нижняя часть трубопровода

вого наполнения ДВС [15, 16]. Взаимосвязь объемного расхода воздуха Q, температуры T_1 и T_2, тока I питания и сопротивления термического резистора R определяется уравнением:

$$I^2 R = K_1 + K_2 \sqrt{Q(T_1 - T_2)}, \quad (9)$$

где I – ток питания; Q – объемный расход воздуха; K_1 и K_2 – постоянные коэффициенты; T_1 и T_2 – температура четырехплечевого моста; R – сопротивление термического резистора.

Объемный расход воздуха может быть представлен зависимостью

$$Q = \left(\frac{1}{K_2} \frac{I^2 R}{T_1 - T_2} - K_2 \right)^2. \quad (10)$$

Нитевой датчик обладает высоким быстродействием и хорошей точностью измерения.

Терморезисторная мостовая схема обеспечивает уменьшение температурной погрешности. Это достигается изменением относительных температурных характеристик плеч данного моста путем использования дополнительных термонезависимых постоянных резисторов, включаемых последовательно или параллельно к имеющимся терморезисторам. Выходное напряжение ДМРВ может быть представлено зависимостью

$$\begin{aligned} U_{\text{вых}} &= I_1 R_4 - I_2 R_3 \times \\ &\times \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} - \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) U_{\text{н}} = \\ &= \left(\frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{(R_1 + R_4)(R_2 + R_3)} \right) U_{\text{н}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Принципиальная схема системы управления подачи КПГ современного автомобиля приведена на рис. 14.

Система управления содержит ЭБУ, диагностическую лампу, кислородный датчик, газовый клапан, клапан измерения давления воздуха и клапан-дозатор ХХ. Блок управления двигателя использует сигналы с датчика для расчета и управления временем открытия клапанов подачи газа. Предохранитель плавкий вставкой на 10 А защищает электрическую цепь системы управления. Запуск двигателя при температуре охлаждающей жидкости ниже 15 °С осуществляется в режиме работы на бензине. При температуре охлаждающей жидкости выше 15 °С запуск осуществляется в режиме работы на газе. Система встроенной диагностики двигателя автоматически обеспечивает необходимый уровень токсичности в полном жизненном цикле автомобиля.

Для управления процессом смесеобразования ЭБУ изменяет продолжительность открытия клапанов подачи газа. Датчик давления в газовом баллоне сигнализирует завершение процесса заправки.

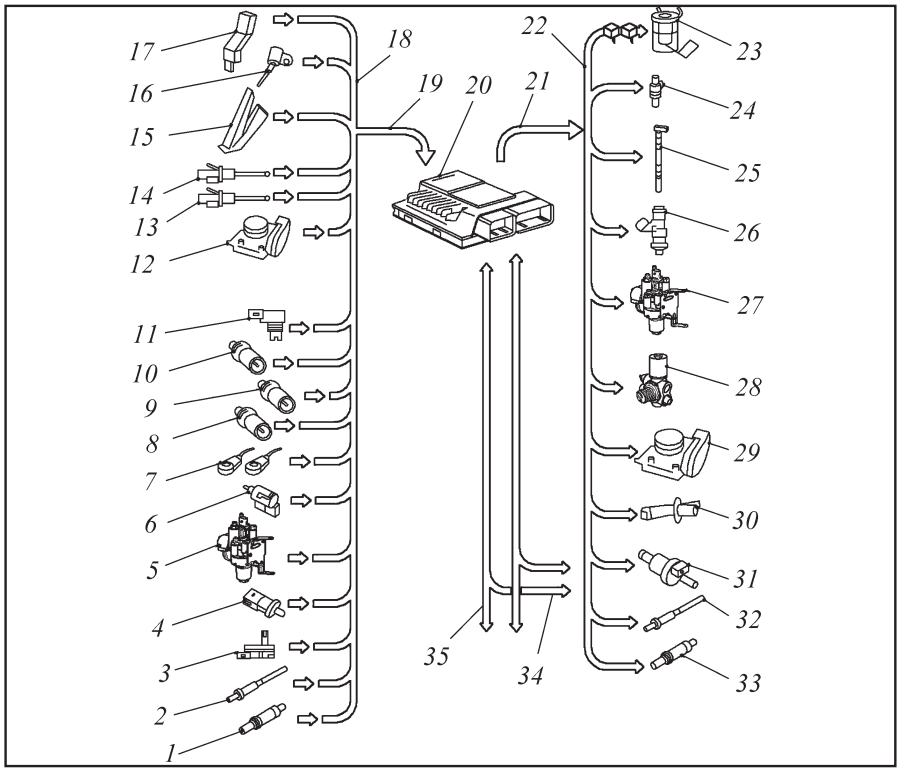


Рис. 14. Принципиальная схема системы управления подачи КПГ современного автомобиля:

1 – лямбда-зонд после катализатора; *2* – лямбда-зонд; *3* – датчик уровня и температуры масла; *4* – датчик газовой распределительной магистрали; *5* – датчик давления в газовом баллоне; *6* – выключатель стоп-сигналов; *7* – датчик детонации; *8* – датчик сигнализатора низкого уровня охлаждающей жидкости; *9*, *10* – датчик температуры охлаждающей жидкости; *11* – датчик давления и температуры воздуха на впуске; *12* – блок дроссельной заслонки; *13* – датчик на педали тормоза; *14* – датчик положения педали сцепления; *15* – датчик положения педали сцепления; *16* – датчик Холла; *17* – датчик частоты вращения двигателя; *18* – шина данных CAN;*19* – цепь; *20* – ЭБУ; *21* – цепь; *22* – шина данных CAN; *23* – реле отключения топливного насоса, реле топливного насоса; *24* – форсунки цилиндров; *25* – катушки зажигания 1–4 с выходным каскадом; *26* – клапан подачи газа; *27* – клапаны 1–4 отключения подачи газа; *28* – клапаны отключения подачи газа; *29* – блок дроссельной заслонки; *30* – нагревательный резистор системы вентиляции картера двигателя; *31* – электромагнитный клапан адсорбера с активированным углем; *32* – нагревательный элемент лямбда-зонда; *33* – нагревательный элемент лямбда-зонда после катализатора; *34* – система питания газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе

Запуск после заправки газом осуществляется всегда в режиме работы на бензине. Переключение на режим работы на газе происходит вместе с активацией – регулирования или самое позднее через 3 мин работы двигателя.

Если горит стрелка рядом или над сегментным индикатором, то это означает, что автомобиль работает на бензине. Когда стрелка гаснет, автомобиль переключается на газ.

Эксплуатация на газе возможна при температуре охлаждающей жидкости свыше 15 °С. ЭБУ двигателя автоматически переключает с режима работы на газе на аварийный режим работы на бензине.

Экологическая и энергетическая безопасность страны остается приоритетной проблемой национальной экономики. Поступление ГБА в эксплуатацию осуществляют как по линии создания новых, так и путем переоборудования эксплуатируемых автомобилей. РЦ повышает эффективность работы двигателя, снижает жесткую работу дизельного двигателя и детонацию в бензиновом двигателе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **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.

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

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

4. **Ерохов В.И.** Проектирование и расчет расходомера воздуха электронных систем впрыскивания топлива. Журнал "Транспорт на альтернативном топливе", 2011. № 6. С. 20–27.

5. **Автомобильный** справочник. Перевод с англ. М.: Изд-во "За рулем". 2000. 896 с.

6. **Гальговский В.Р., Долецкий В.А., Малков Б.А.** Развитие нормативов ЕЭК ООН по экологии и форсированию высокоэффективного транспортного средства.

7. **Ерохов В.И.** Системы рециркуляции отработавших газов современных двигателей. Журнал "Транспорт на альтернативном топливе", 2013. № 4. С. 36–43.

8. **Ерохов В.И.** Экологическая эффективность газобаллонного автомобиля на компримированном природ-

ном газе. Журнал "Транспорт на альтернативном топливе", 2017. № 2. С. 21–32.

9. **Ерохов В.И.** Технико-эксплуатационные показатели газобаллонных автомобилей нового поколения. Лекция № 1. Ч. 2. Экологические показатели газобаллонных автомобилей двигателей. Журнал "АГЗК+ АТ", Т. 16. № 10. 2017. С. 435–451.

10. **Двухтопливная** система Genesis Edge Dual-Fuel на грузовых автомобилях Volvo (Classic) FM460/FH460. Система GenesisEdgeDual-Fuel. С. 1–44.

11. **Электронный** ресурс. Volvo Diesel CGN Training (Rus)/

12. **Ерохов В.И.** Система питания газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе. АГЗК+ АТ. 2013. № 3. С. 9–21.

13. **Ерохов В.И.** Конструктивные особенности газобаллонных автомобилей. Журнал "АГЗК+АТ" № 1 (13). 2004. С. 55–60.

14. **Система** питания на природном газе EcoFuel в Touran и Caddy. Service Training. Программа самообучения 373. "Volkswaden Group Academy" twipx.com.file74755, 2009. № 373, 49 с.

15. **Ерохов В.И.** Технико-эксплуатационные показатели газобаллонных автомобилей нового поколения. Лекция N1. Энергетические показатели газовых двигателей. Журнал "АГЗК+АТ". 2017. Т. 16. № 9. С. 387–397.

16. **Ерохов В.И.** Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика). М.: Горячая линия. Учебник для вузов, 2011. 567 с.

УДК 662 62 629.113

О ПЕРСПЕКТИВАХ АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗАХ

Р.И. Ромодин, И.А. Коновалов, канд. техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

Рост количества автомобильного транспорта в мире ведет к увеличенному потреблению топлива, а значит, и повышению количества вредных выбросов, приводящих к глобальному потеплению. Одним из способов уменьшения выбросов и урегулирования экологической обстановки является применение в ДВС газового углеводородного топлива, более чистого и экологически безопасного вида топлива.

Ключевые слова: *газобаллонное оборудование; сжатый природный газ; сжиженный нефтяной газ; альтернативное топливо.*

ON THE PROSPECTS OF CARS WORKING ON HYDROCARBON GASES

Romodin R.I., Konovalov I.A., Ph.D. of technical sciences, Perm National Research Polytechnic University, Perm city

The increase in the amount of road transport in the world leads to increased fuel consumption, and hence to an increase in the number of harmful emissions leading to global warming. One of the ways to reduce emissions and settle the environmental situation is the use of gasoline hydrocarbon fuel, cleaner and environmentally safe fuel, in the engine.

Keywords: *gas-cylinder equipment; compressed natural gas; liquefied petroleum gas; alternative fuel.*

Постоянно растущий мировой автомобильный парк превысил отметку в 1 млрд ед. Эксперты объясняют подобное увеличение парка прежде всего ростом рынков развивающихся стран. Таким образом, индекс среднего отношения количества автомобилей к числу проживающих на земле людей составил 1:7.

В связи с этим возникают различные проблемы: появление заторов на дорогах, рост смертности при ДТП, увеличение потребления жидкого углеводородного топлива. В свою очередь, эти проблемы являются причиной увеличения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (CO,CH, NO_x и т.д.), отравляющих организм человека и являющихся причиной парникового эффекта. Все это требует незамедлительного применения мер повышения безопасности дорожного движения и уменьшения вредного воздействия от автомобилей. К тому же постоянно растущее потребление жидкого топлива неуклонно ведет к топливному кризису.

Так, по подсчетам экспертов, запасов нефти, добываемой традиционным способом, хватит не более чем на 50 лет [1, 3]. Но существуют огромные запасы нефти и газа на шельфах, которые нельзя не учитывать. Пока разработка этих месторождении чрезвычайно трудна и дорога. Нужны огромные инвестиции, которые начнут давать отдачу и прибыль не ранее чем через 5–10 лет.

Именно по этим причинам уже сейчас автомобильная промышленность занимается поиском альтернативного вида топлива, которое могло бы стать достойной заменой традиционному, позволило бы сохранить свободу использования автомобиля, сократив вредное воздействие на окружающую среду.

На сегодняшний день существует несколько видов альтернативного топлива: водород, метанол, этанол, биодизель, природный и нефтяной газ. Каждый вид альтернативного топлива имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1 [1, 2]). Например, некоторые автомобильные компании,

Таблица 1

Преимущества и недостатки различного вида топлива для АТС

Вид топлива	Преимущества	Недостатки
Бензин и дизель	Большое количество АЗС, удобство использования, высокое качество, хороший пуск и работа при отрицательных температурах	Огромные выбросы CO_2 (220–500 г/км), токсичность, небольшие запасы, стоимость, взрывоопасность
Водород	Чистый "выхлоп", неисчерпаемые запасы, большая энергоемкость топлива	Высокая стоимость, малое количество АЗС, взрывоопасность, сложность транспортировки и заправки, завышенная стоимость автомобиля
СПГ и СНГ	Значительно меньшее содержание вредных веществ ОГ, большие запасы и возможность синтеза, более стабильная работа ДВС, низкая цена (50 % от бензина), хорошее смесеобразование	Плохой пуск при отрицательных температурах, малое количество АЗС, взрывоопасность
Биодизель	Меньшее содержание отработавших газов, изготавливается из отходов	Взрывоопасность, стоимость, малая распространенность
Метанол	Меньшее содержание ОГ, может являться источником водорода	Дороговизна, добывается из древесины, для работы в ДВС требуется смесь, содержащая 85 % метанола и 15 % бензина
Этанол	Меньшее количество ОГ, производится за счет брожения зерновых культур	Для работы ДВС требуется смешивание с бензином

такие как BMW и Honda, ведут разработки в области применения водорода как топлива. Немецкая фирма предлагает сжигать водород в поршневом ДВС, а японская компания использует его в виде источника энергии для топливных элементов, которые вырабатывают электроэнергию, идущую на питание электродвигателей автомобиля. В обоих вариантах пока не решен вопрос хранения топлива на борту машины, так как оно чрезвычайно взрывоопасно.

Электромобилями и гибридными установками занимаются многие компании, производящие автомобили. Но такие установки пока что не имеют перспектив развития из-за дорогих, недолговечных и малоемких высоковольтных аккумуляторных батарей.

Подводя итог перспектив развития автомобильных топлив, отметим, что двигатели внутреннего сгорания практически исчерпали свой потенциал, приблизившись к максимально возможному КПД (52–54 %). Будущее, безусловно, за топливными элементами и электродвигателями, однако мгновенный переход на другой вид движителя невозможен и убыточен как для производителя, так и для потребителя.

Становится очевидным, что переход на альтернативные виды топлива для ДВС является необходимым переходным этапом в развитии автотранспорта. Наиболее же предпочтительными из них являются сжиженный нефтяной и сжатый природный газ. Запасов этих летучих углеводородов хватит более чем на 120 лет, кроме того, существует возможность их искусственного синтеза.

Рис. 1. *Автогазозаправочная станция с возможностью заправки газом*

Первые двигатели внутреннего сгорания разрабатывались в расчете на газовое топливо, что было логично и удобно в стационарных условиях работы ДВС. Но возникла проблема хранения этого топлива на борту, поэтому бензин захватил лидирующие позиции за счет удобства использования и хранения на автомобильной технике.

В современных условиях распространению газового топлива препятствуют следующие факторы:

– малое количество автогазозаправочных станций, особенно на дорогах междугороднего сообщения;

– нестабильное качество газа;

– большие единовременные финансовые вложения при оборудовании автомобиля газобаллонной топливной системой;

– при оснащении автомобиля выявляется проблема размещения газовых баллонов на борту с возможным уменьшением полезного объема багажного отделения;

– большинство автопроизводителей лишают гарантии автомобили, дооборудованные ГБО;

– затрудненный пуск двигателя на газе при отрицательных температурах.

Каждую из этих проблем можно решить, поскольку преимущества данного вида топлива очевидны. Мало того, они уже решаются, так как многие мировые производители начали оснащать свои бензиновые модели модификациями с газобаллонным оборудованием, постоянно увеличивая их долю розничных продаж.

Это позволило сократить затраты на дооборудование ГБО, сохранив гарантию изготовителя на автомобиль.

Таблица 2

Проранжированные водителями преимущества газовых систем

Преимущества	Присвоенный ранг	Значимость, %
Небольшая стоимость топлива	1	33
Улучшение эластичности работы ДВС	2	27
Увеличение ресурса ДВС	3	20
Экологически чистый выхлоп	4	13
Двухтопливность	5	7

Для более объективной оценки существующих проблем, препятствующих распространению ГБО, было проведено индивидуальное анкетирование водителей в городе Перми с использованием метода априорного ранжирования. Опрос 40 человек, проводимый на АГЗС и сервисах обслуживания автомобилей, показал, что возраст и водительский стаж водителей мало влияют на их мнение. Но было выявлено, что проблемы переоборудования и размещения элементов ГБО в автомобиле превалируют над проблемами изменения эксплуатационных параметров двигателя.

Главными преимуществами респонденты считают более низкую цену на данный вид топлива и улучшение эластичности работы ДВС (табл. 2).

Однако не следует забывать, что в будущем может наметиться тенденция к удорожанию газа, что связано с различными факторами: повышение спроса, изменение налогообложения на данный вид топлива, улучшение его качества и т.д.

Главными сдерживающими факторами установки ГБО являются уменьшение объема багажника, а также большие единовременные финансовые затраты (табл. 3), но, тем не менее, 72 % опрошенных хотели бы установить ГБО (рис. 2).

Двухтопливные автомобили удобны благодаря возможности применения нескольких видов топлива, но они совершенно нефункциональны из-за уменьшения полезного объема багажного отделения и увеличения массы автомобиля, вследствие чего возрастает расход топлива.

Таким образом, для дальнейшего развития газобаллонных автомобилей требуется создание однотопливного газового двигателя, который позволит освободить багажное отделение системы газового питания, уменьшить массу и, что немаловажно, отпускную цену автомобиля в целом. Поскольку двигатель может быть полностью адаптирован под использование газа, форма, объем камеры сгорания, а также степень сжатия могут быть спроектированы под особенности горения газа, позволяя сравнять эксплуатационные

Таблица 3

Проранжированные водителями недостатки газовых систем

Недостатки	Присвоенный ранг	Значимость, %
Уменьшение полезного объема багажника	1	28,6
Затраты при установке ГБО	2	23,8
Расположение и число АГЗС	3	19
Уменьшение мощности ДВС	4	14,3
Повышение массы АТС, оборудованных ГБО	5	9,5
Невозможность запуска ДВС на газе	6	4,8

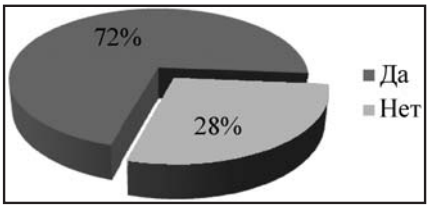


Рис. 2. *Результаты опроса: "Хотели бы Вы установить ГБО на ваш автомобиль?"*

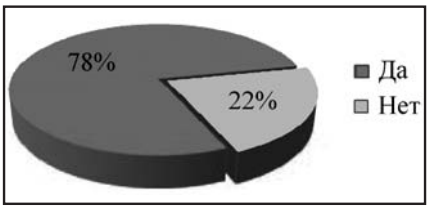


Рис. 3. *Результаты опроса: "Хотели бы Вы иметь однотопливный автомобиль на газе?"*

свойства данного ДВС с бензиновыми аналогами.

Анкетирование показало, что 78 % водителей согласны приобрести автомобиль, работающий только на газовом топливе (рис. 3), с условием, что все эксплуатационные характеристики останутся такими же, как и на бензиновом аналоге.

Одним из главных сдерживающих факторов является осложненный пуск холодного двигателя на пропан-бутановой смеси газа в зимний период. Главная проблема в том, что сжиженный газ из баллона при температуре ниже нуля и при атмосферном давлении обладает плохой испаряемостью. Результатом является плохое смесеобразование, рабочая смесь нестабильна для воспламенения от свечи зажигания. Эта проблема требует дополнительного исследования и поиска решения.

Выводы

1. Автомобили, работающие на газовом топливе, имеют огромный потенциал развития, позволяя сократить вредные выбросы в процессе сгорания топлива, уменьшить затраты на владение АТС, а также улучшить плавность работы ДВС и его ресурс.

2. Следующим шагом развития двухтопливных автомобилей, работающих на газе и бензине, является последующее производство новых однотопливных газовых транспортных средств.

3. Проектирование газовых двигателей с учетом особенностей работы на газовом топливе улучшает их экологические и эксплуатационные характеристики.

4. Значительное повышение практичности автомобиля (освободившееся место в багажном отделении) способствует более комфортному и безопасному использованию автомобиля.

5. Главной причиной, препятствующей массовому производству таких автомобилей, является проблема холодного пуска двигателя при отрицательных температурах.

6. Учитывая все преимущества газовых автомобилей, необходимо выводить автотранспортную промышленность на качественно новый уровень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **General Motors.** Перспективные автомобильные топлива. М.: Транспорт, 1982. 319 с.

2. **Техническая** эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов [и др.]. М.: Наука, 2001. 509 с.

3. **Павлова Е.И.** Экология автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 2006. 248 с.

УДК 621.24

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Т.А. Анциферова, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Рассмотрены основные проблемы поддержания экологической безопасности на производственных объектах топливно-энергетического комплекса страны на примере ОАО "Сургутнефтегаз". Приведена последовательность проведения количественного анализа риска.

Ключевые слова: *экологическая безопасность; оценка риска; топливно-энергетический комплекс.*

PROVIDING ECOLOGICAL SAFETY PRODUCTION OF FUEL AND ENERGY COMPLEX

Anziferova T.A., Ph. D. of technical sciences, Saint-Petersburg Miming University, Saint-Petersburg City

The main problems of maintenance of ecological safety on production facilities of the fuel and energy complex of the country, on the example of OJSC "Surgutneftegas". The sequence of the quantitative risk analysis is presented.

Keywords: *environmental safety, risk assessment, the fuel and energy complex.*

В последние годы в Российской Федерации наблюдается тенденция роста уровня экологической и промышленной опасности. Это связано, в первую очередь, с увеличением объемов хозяйственной деятельности, ростом промышленного производства, повышением его концентрации и сложности, появлением новых видов веществ, участвующих в технологических циклах и процессах. Ситуация осложняется тем, что большинство промышленных предприятий располагаются на территориях городских агломераций, что увеличивает создаваемую ими потенциальную техногенную опасность.

Особенно остро эти проблемы проявляются в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК), а именно в нефтегазоперерабатывающей промышленности [1].

Как известно, нефтегазоперерабатывающие предприятия (НПП) являются одним из наиболее опасных видов производств: на них вырабатывается, перерабатывается, хранится, транспортируется большое количество опасных веществ. Кроме того, специфической особенностью отрасли является то, что в процессах химических превращений могут образовываться побочные вещества или соединения, являющиеся более опасными для человека и окружающей среды, чем исходное сырье и продукты [2]. Это обстоятельство увеличивает создаваемую ими потенциальную техногенную опасность.

Любое предприятие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) вне зависимости от специфики и характера производства оказывает некоторое влияние на окружающую природную среду и человека. Условно это влияние можно разделить на две группы:

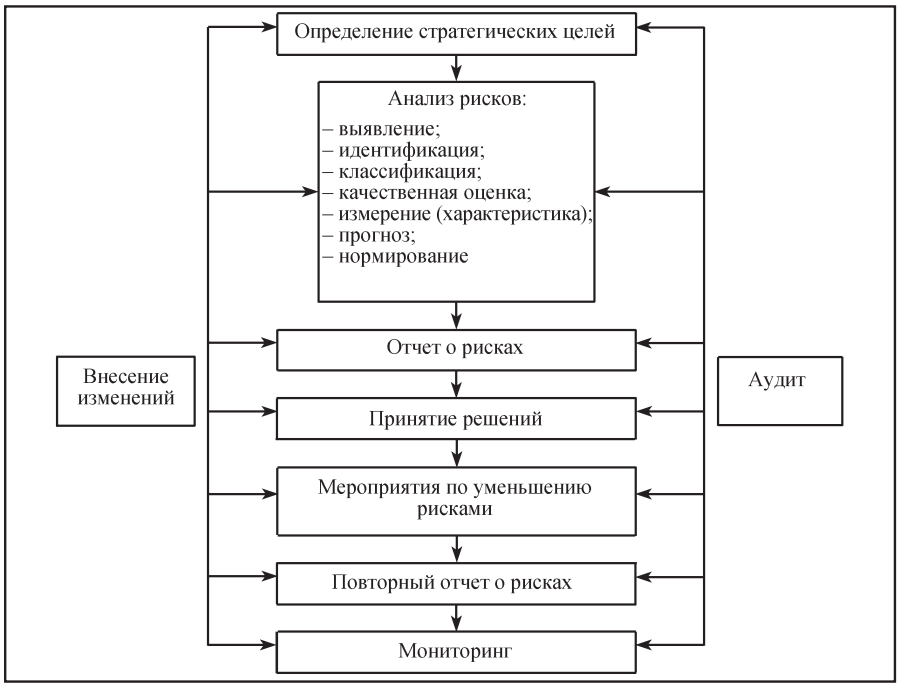
– воздействие предприятий при нормальном функционировании (в штатном режиме эксплуатации);

– воздействие предприятий при чрезвычайных ситуациях (ЧС) и авариях.

Риск при нормальном функционировании объектов НПП может быть обусловлен выбросами в атмосферу, сбросами в водную среду, а также захоронением тех или иных вредных (опасных) и высокотоксичных веществ. В результате во многих районах, где работают НПП, сегодня имеет место превышение среднегодовых предельно-допустимых концентраций поллютантов в атмосферном воздухе и поверхностных водных объектах, загрязнение подземных вод. Высокая степень загрязнения атмосферного воздуха и воды приводит к накоплению загрязняющих веществ в почвах. Негативное состояние окружающей среды приводит к ухудшению здоровья населения и, как следствие, к сокращению продолжительности жизни.

Безусловно, наиболее масштабные и опасные техногенные загрязнения происходят при авариях или чрезвычайных ситуациях (ЧС). Известно, что ежегодно в мире на нефтеперерабатывающих предприятиях происходит до 1500 аварий, 4 % из которых связаны с массовой гибелью людей; материальный ущерб в среднем составляет свыше 100 млн долл. США в год.

Аварийность предприятий непрерывно растет. Так, в США за тридцать лет число аварий в нефтепереработке увеличилось в 3 раза, число человеческих жертв – почти в 6 раз, материальный ущерб – в 11 раз [1]. Не лучше обстоят дела и в российской нефтегазоперерабатывающей промышленности.



Общая схема анализа и управления рисками

Ежегодно на предприятиях отрасли происходит порядка 50 крупных аварий и около 20 тыс. случаев, сопровождающихся значительными разливами нефти, гибелью людей, большими материальными потерями. Ситуация осложняется тем, что на отечественных объектах по переработке нефти в основном отсутствуют надежные системы предотвращения и локализации аварийных ситуаций.

Масштабность возможных последствий аварий дает основание говорить об актуальности проблемы их предупреждения и ликвидации, защиты персонала, населения и окружающей среды.

На примере ОАО "Сургутнефтегаз" рассмотрим основные факторы, обуславливающие повышенный уровень экологической опасности предприятий по переработке углеводородного сырья. "Сургутнефтегаз" является одним из самых крупных нефтеперерабатывающих предприятий Российской Федерации.

Ежегодно на предприятии перерабатывается более 16 млн т смеси Западно-Сибирской и Ухтинской нефти. Киришский НПЗ – предприятие топливного профиля с неглубокой схемой переработки нефти. В настоящее время на предприятии ведется модернизация производства, вводится в эксплуатацию комплекс глубокой переработки нефти (ГПН).

С целью определения основных источников поступления загрязняющих веществ в природные среды (атмосферу, гидросферу и литосферу), наиболее опасных участков и звеньев технологической цепочки, элементов системы, которые могут привести к появлению опасности, граничных условий технологических процессов и оборудования было проведено инженерно-экологическое обследование, включающее в себя:

– детальный анализ технологической цепочки предприятия (до и после внедрения технологии глубокой переработки нефти);

– исследование современного состояния окружающей среды в зоне воздействия предприятия с последующим компьютерным моделированием распространения загрязняющих веществ в природных средах.

Анализ полученных данных показал, что рост техногенной и экологической опасности обуславливается тем, что, во-первых, внедрение технологии глубокой переработки нефти приведет к увеличению суммарного выброса опасных веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу, а также к образованию большого количества опасных отходов. Это только усугубит состояние окружающей природной среды в районе расположения предприятия. Во-вторых, увеличение сложных производств с применением новых технологий требует высокой концентрации энергии и опасных веществ, что, в свою очередь, может привести к авариям и чрезвычайным ситуациям, характеризующимся значительными материальными, социальными и экологическими последствиями.

Кроме того, можно выделить ряд факторов, характерных не только для ОАО "Сургутнефтегаз", но и для всей нефтеперерабатывающей отрасли в целом:

– износ основных производственных фондов, достигающих на ряде предприятий 85–100 %;

– падение технологической и производственной дисциплины,

уровня квалификации технического персонала;

– снижение требовательности и эффективности работы надзорных органов;

– недостаточная законодательная и нормативная база;

– отсутствие или недостаточный уровень предупреждающих мероприятий, способных уменьшить масштабы последствий химических аварий и снизить риск их возникновения;

высокая концентрация населения, проживающего вблизи потенциально опасных промышленных объектов.

Таким образом, важной проблемой современных нефтегазоперерабатывающих предприятий является обеспечение экологической безопасности.

Для решения этой проблемы необходимо проводить оценку динамики изменения экологической ситуации, прогнозирование развития опасной ситуации; выявлять виды опасности, оценивать уровень риска и разрабатывать механизмы контроля возникновения рисков.

Задачи, связанные с оценкой экологического риска и разработкой мер по его снижению, требуют учета таких факторов, как вероятность осуществления нежелательных событий и эколого-экономических последствий наступления этих событий (аварий, чрезвычайных ситуаций, утечек).

В процессе оценки риска различают две стадии: анализ риска и управление риском. На стадии анализа риска с использованием современных научных знаний и подходов проводят качественное или количественное обоснование частоты и величины ущерба результатов воздействия определенного фактора опасности.

Для предприятий ОАО "Сургутнефтегаз" предлагается следующая схема анализа риска.

1-й этап. Постановка задачи. На этом этапе необходимо четко обозначить цели и задачи анализа рисков для данного объекта, произвести сбор и анализ первичной информации.

2-й этап. Идентификация опасности. На этом этапе проводится идентификация источников опасности и дается классификация нежелательных событий, которые могут привести к аварийным ситуациям. Также на этом этапе проводится обоснование основных сценариев аварий, характерных для данного производства.

3-й этап. Оценка рисков. На этом этапе рассчитывается частота возникновения нежелательных событий для каждого выявленного источника опасности, проводится уточнение и обоснование возможных сценариев развития аварий, рассчитываются зоны действия поражающих факторов для каждого сценария развития аварий, строятся поля потенциального риска для каждого источника опасности, а также интегрального поля потенциального риска для предприятия в целом, определяются наиболее опасные объекты и звенья технологической цепи.

4-й этап. Разработка мероприятий в целях уменьшения рисков. На данном этапе полученные расчетные показатели рисков сравниваются с приемлемым (допустимым) уровнем риска и разрабатывается перечень необходимых технических и организационных мероприятий по снижению вероятностей возникновения или последствий аварий.

Полученные результаты анализа рисков в свою очередь служат исходными данными для управления рисками. На рисунке представлена общая схема анализа и управления рисками.

Таким образом, оценка и управление рисками позволят предприятиям определить перечень необходимых мероприятий для снижения вероятности возникновения аварий и ЧС, минимизации их последствий, а также даст необходимую основу для разработки механизмов контроля возникновения риска и плана привентивных действий для снижения этих рисков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Абросимов А.А.** Экология переработки углеводородных систем / под ред. д-ра хим. наук, проф. М.Ю. Доломатова, д-ра техн. наук, проф. Э.Г. Теляшева. М.: Химия, 2002. 608 с.

2. **Егоров А.Ф., Савицкая Т.В.** Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. М.: КолосС, 2010. 526 с.

УДК 621.24

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РФ

П.Н. Завальный, канд. техн. наук, председатель комитета Государственной думы РФ по энергетике

Экологическая безопасность является одной из важнейших задач в условиях активного развития и внедрения новых технологий в промышленности. Топливно-энергетический комплекс стал основным источником загрязнения окружающей среды. Компании совместно с органами власти стараются эффективно решать вопросы по улучшению экологической ситуации и модернизации нефтегазодобывающих предприятий.

Ключевые слова: *экологическая безопасность; топливно-энергетический комплекс; информационно-технические справочники; государственная экспертиза; зеленые технологии.*

Павел Завальный, председатель комитета Государственной думы РФ по энергетике

ECOLOGICAL EFFICIENCY OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF THE RUSSIAN FEDERATION

Zavalny P.N., Dr. of technical sciences, Chairman of the State Duma Committee on Energy

Environmental safety is one of the most important tasks in the conditions of active development and introduction of new technologies in industry. The fuel and energy complex has become the main source of environmental pollution. The companies together with the authorities are trying to effectively address issues related to the improvement of the environmental situation and the modernization of oil and gas producing enterprises.

Keywords: *ecological safety; fuel and energy complex; information and technical reference books; state examination; green technologies.*

О том, какая работа проделана в сфере экологической безопасности, и какие улучшения в этой области необходимы России, рассказал нам председатель комитета Государственной думы РФ по энергетике Павел Николаевич Завальный.

– Павел Николаевич, как, по вашему мнению, в России ведется работа по поиску оптимальных методов борьбы с экологическими рисками в нефтегазовой сфере?

– На протяжении более 15 лет в России проводится системная работа по повышению экологической эффективности нашей экономики в целом, в том числе в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК). Началась она с принятия основополагающих документов. Прежде всего, это экологическая доктрина РФ, которая была утверждена распоряжением правительства 31 августа 2002 г., и "Основы государственной политики в области экологического развития", которые утвердил президент РФ 13 апреля 2012 г. В апреле 2017 г. был принят указ "О Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 г.". Вот эти три основополагающих документа определяют всю нашу работу для повышения экологической безопасности экономики.

Для реализации стратегических документов были приняты два базовых закона: первый, № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды РФ" в 2002 г., и в его развитие в июле 2014 г. – № 219-ФЗ "О внесении изменений в федеральный закон "Об охране окружающей среды" и ряд подзаконных актов. Эти два базовых закона систематизируют всю работу в области экологической безопасности.

Что касается топливно-энергетического комплекса, основное направление повышения экологической безопасности это, прежде всего, повышение эффективности его работы. Дело в том, что при общем потреблении первичных видов энергоресурсов в стране более 1 млрд т условного топлива, сам ТЭК потребляет треть. При этом энергоемкость нашего ВВП в целом в два и более раз превышает показатели развитых стран мира. Это много! И говорит о том, что он недостаточно эффективен и экологичен. Фактически ТЭК является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды в стране. Для решения проблемы было решено использовать европейский подход – через переход на наилучшие доступные технологии, проведение работ по строительству, модернизации и реконструкций действующих и новых объектов.

Разработано шесть основных информационно-технических справочников (ИТС) по наилучшим доступным технологиям в отраслях ТЭК и один общий ИТС, который касается действия предприятий по вопросам энергосбережения и энергоэффективности. Согласно 219-ФЗ, все отрасли ТЭК отнесены к первой категории экологической безопасности, т.е. к ним выставляются самые жесткие требования. Начиная с 1 января 2019 г. все проекты в сфере ТЭК, в том числе и в нефтегазовой отрасли, все применяемое техническое оборудование должны соответствовать требованиям этих справочников, которые отражают

доступные технологии, в том числе в части экономических и экологических показателей.

Помимо самого 219-ФЗ принято много документов, которые его дополняют: по ужесточению требований к выбросам, сбросам и другим вредным последствиям деятельности объектов ТЭК, а также повышению уровня ответственности за превышение выбросов, в том числе и в результате разного рода аварий.

Что касается ПНГ и его утилизации, здесь принята отдельная норма, которая подразумевает штрафные санкции за выбросы сверх нормативов. Компании должны утилизировать 95 % добываемого попутного нефтяного газа. Нефтегазовым компаниям дали время на достижение данного коэффициента. К 2018 г. достигнут уровень утилизации ПНГ около 90 %, при этом у предприятий Западной Сибири показатели значительно выше: у Сургутнефтегаза – 99,5 %, ЛУКОЙЛа – 95 % и т. д. Такие компании, как Роснефть, тоже над этим работают, думаю, что в скором времени добьются результата.

Это говорит о системной работе, которую проводят государство и бизнес в части повышения экологической безопасности, в том числе за счет повышения экономической эффективности работы нефтегазовой отрасли. Это самое важное.

Кстати, стоит отметить, что с 2019 г. будет запрещено получение разрешения на ввод объектов, которые не соответствуют показателям наилучших доступных технологий, требований соответствующих справочников.

– Если взглянуть на ситуацию со стороны нефтегазодобывающих предприятий, удается ли им соответствовать всем принятым нормам и требованиям в области экологии?

– По мере вступления в силу новых отдельных положений 219-ФЗ (а они расписаны до 2025 г.) наша нефтегазовая отрасль должна будет соответствовать этим новым требованиям. Но тут важно понимать, что 219-ФЗ имеет рамочный характер, и многие вопросы приходится решать на уровне подзаконных актов. Их разработка, к сожалению, немножко отстает. В связи с этим нам иногда приходится смещать сроки, чтобы дать время на подготовку таких нормативных актов и их внедрение.

Если не сдвигать сроки принятия актов, то нефтегазовые компании могут попасть в коллизию, когда они формально нарушили закон, хотя у них не было ни нормативной базы, ни времени, чтобы устранить все замечания. Эти проблемы, связанные с внедрением новых подходов, нормативов, требований, к сожалению, существуют.

Кроме этого, не решен вопрос появления излишних административных барьеров, дублирования разных функций и полномочий, в том числе в части экологических требований. Например, как вы знаете, проект по разработке месторождения должен пройти государственную экспертизу. При этом, если в проект затем вносятся какие-либо изменения, то требуется вновь проходить госэкспертизу, причем не этих изменений, а всего проекта в целом. Еще пример – требование прохождения фактически двух дублирующих экологических экспертиз – в составе госэкспертизы и еще отдельно. На мой взгляд, это избыточно. Все это влечет временные и материальные потери, ухудшается экономика разработки месторождения.

Вопрос исключения дублирования ненужных согласовательных процедур, экспертиз – вот то, над чем мы работаем, в том числе в рамках нашей рабочей группы, которая создана при Российском газовом обществе, президентом которого я являюсь. Возглавляет эту рабочую группу заместитель генерального директора "Сургутнефтегаза" Александр Филиппович Резяпов. Он очень тонко чувствует все проблемы внедрения новых изменений законодательства. Также в рабочую группу входят представители других нефтегазовых компаний, и все вопросы, которые связаны со снижением административных барьеров в области недропользования и инвестиций, обсуждаются постоянно в режиме онлайн.

– На ваш взгляд, что необходимо улучшить в направлении разработки и внедрения зеленых технологий в промышленности?

– Россия, к сожалению, еще не обладает всеми необходимыми технологиями для того, чтобы значительно повысить эффективность и экологичность работы в ТЭК. Раньше, допустим, федеральный закон об охране окружающей среды требовал применения наилучших существующих технологий. Такие технологии есть у передовых стран и они не всегда были доступны по цене, например, а сейчас, даже имея деньги, купить их невозможно из-за санкций. Поэтому в законе 219-ФЗ определение изменено с наилучших существующих технологий на лучшие доступные технологии.

При этом доступные технологии – это, как правило, отечественные разработки, которые часто отстают от мировых технологий в вопросах сжигания топлива и добычи нефти, газа или угля. Необходимо, чтобы наша наука и промышленность достигли мирового уровня технологий и могли предоставить их нашей нефтегазовой отрасли для применения на практике.

Разработка новых технологий для добычи нефти – вот над чем нужно и можно работать, и чем озабочены и занимаются наши нефтегазовые компании, причем в условиях санкций. Необходимо разрабатывать новое оборудование, учиться его использовать и эффективно с ним работать.

По материалам Агентства нефтегазовой информации

УДК 519.876.2

ВЫБОР СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТЬЮ АЗК ИЛИ АГЗК

Ирина Топчий, Александр Белов, IBS Group, г. Москва

В данной статье сделана попытка систематизировать требования, предъявляемые к информационным системам автоматизации бизнеса АЗК или АГЗК. Рассказано о функциональных, экономических, организационно-технических требованиях, а также об экономических показателях.

Ключевые слова: *газомоторная отрасль; автоматизация; оптимизация бизнес-процессов; масштабируемость, гибкость, производительность; системная архитектура; программное обеспечение.*

SELECTION OF AUTOMATION SYSTEM FOR REGIONAL NETWORK MANAGEMENT AZK OR AGZK

Topchiy Irina, Belov Alexander, IBS Group, Moscow

In this article, an attempt is made to systematize the requirements for information systems for automating the business of the filling station or the AGZK.

Keywords: *gas-engine industry; automation; optimization of business processes; scalability, flexibility, performance; system architecture; software.*

С каждым годом увеличивается количество фирм газомоторной отрасли, владеющих сетями МАЗС, МВАЗК, АЗС и АГЗС. Порой их станции находятся не только в разных районах, но и в разных регионах. Очень важно, чтобы управление разбросанными объектами было сосредоточено в одном месте и сведения поступали в режиме онлайн.

Бизнес требует принятия мгновенных решений при возникновении различных ситуаций, должна быть полная картина работы предприятия в отдельности и в целом.

О росте интереса к автоматизации топливозаправочного бизнеса в последние годы свидетельствует большое число публикаций в прессе и выступлений на конференциях, а также широкий спектр предлагаемых решений на рынке. Зачастую разобраться в массе узкоспециальных предложений даже специалисту бывает довольно сложно.

В данной статье сделана попытка систематизировать требования, предъявляемые к информационным системам автоматизации бизнеса АГЗК.

Предлагаемая система критериев была разработана специалистами компании "IBS" на основании многолетнего опыта участия в тендерах по автоматизации сетей АЗС и практического опыта автоматизации сотен АЗС, в числе которых были как ведущие операторы рынка, так и небольшие региональные сети.

IBS GAS. Информационные потоки в сети АЗС

Выбор системы автоматизации для управления сетью АГЗК или АЗК должен быть скоординирован со стратегией развития бизнеса компании. Ключевыми элементами стратегии развития компании в области розничной торговли нефтепродуктами и газомоторным топливом являются:

– повышение доходности бизнеса;

– повышение эффективности управления сетью;

– повышение инвестиционной привлекательности бизнеса;

– улучшение обслуживания клиентов.

При этом информационно-управляющая система должна обеспечивать долгосрочный и прибыльный рост бизнеса компании.

Исходя из данных стратегических целей развития компании, основные ожидаемые результаты внедрения системы автоматизации можно условно разбить на три группы:

– новые функциональные возможности системы, позволяющие реализовать неавтоматизированные операции, например, определение прибыльности отдельных подразделений, продуктов, проектов, получение новых аналитических данных по продажам и затратам, встроенные функции кредитного контроля и т. д.;

– оптимизация бизнес-процессов за счет внедрения новых технологий (при внедрении системы должны быть формализованы и оптимизированы ключевые бизнес-процессы, например, закупки, распределение нефтепродуктов, газомоторного топлива и

ТНП по АЗК, продажи, планирование);

– ускорение и качественное улучшение состояния учёта и анализа деятельности компании, снижение роли "человеческого фактора" на АЗК, обеспечение возможности "закрывать" отчетность компании в течение нескольких дней вместо нескольких недель, а также возможности избежать многократного ввода информации, а значит и связанных с этим ошибок (сюда же можно отнести упрощение процесса получения управленческой и международной отчётности и прозрачность системы для аудита).

Основными требованиями к информационной системе являются:

– масштабируемость (способность к расширению);

– гибкость (настраиваемость системы под изменяющиеся бизнес-процессы);

– интегрированность (совместимость отдельных частей в рамках единой системы);

– функциональность (соответствие информационной системы функциональной модели бизнеса);

– эффективность (оптимальные эксплуатационные характеристики, экономическая целесообразность и т.д.).

Компоненты информационной системы компании должны обепечивать:

– взаимодействие всех бизнес-процессов внутри компании (технологии автоматизации торгового процесса, логистики и т.д.);

– удовлетворение требований управленческого и бухгалтерского учета;

– обоснованность и быстроту принятия управленческих решений;

– потребность в поддержании взаимодействия с клиентами и заказчиками компании.

Остановимся более подробно на основных требованиях к выбираемой системе автоматизации розничной сети нефтепродуктов.

1. Функциональные требования

Главным критерием выбора системы является соответствие выбираемой системы функциональным требованиям. Так как компания, занимающаяся розничной реализацией топлива в сетевых структурах АГЗК и АЗК, является вертикально-интегрированной, функциональность системы должна обеспечивать все контуры управления.

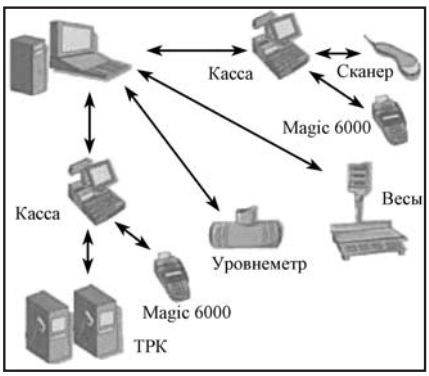
Нижний контур управления (фронт-офис):

– управление ТРК с контрольно-кассовых машин;

– управление специализированным торговым оборудованием (POS-терминалы, кассы, считыватели штрих-кодов и т.п.);

– формирование первичных документов и отчётов (кассовые чеки, "топливные" отчеты, товарные отчеты и т.п.);

– учет и реализация безналичных форм оплаты (талоны, кредитные карты, "электронные кошельки" на базе пластиковых карт).



Фронт-офис АГЗК

Средний контур управления (бэк-офис):

– учет движения нефтепродуктов или сжиженного газа на АЗК;

– учет движения сопутствующих товаров и услуг на АЗК;

– управление технологическим оборудованием (уровнемеры, контрольно-измерительная аппаратура – датчики температуры, плотности и т.д.);

– формирование первичных документов и отчётов (приходные и расходные накладные, товарно-транспортные накладные, оборотные ведомости и т.д.).

Верхний уровень управления (центральный офис):

– ведение нормативно-справочной информации;

– управление закупками;

– управление запасами;

– управление и диспетчеризация грузоперевозок;

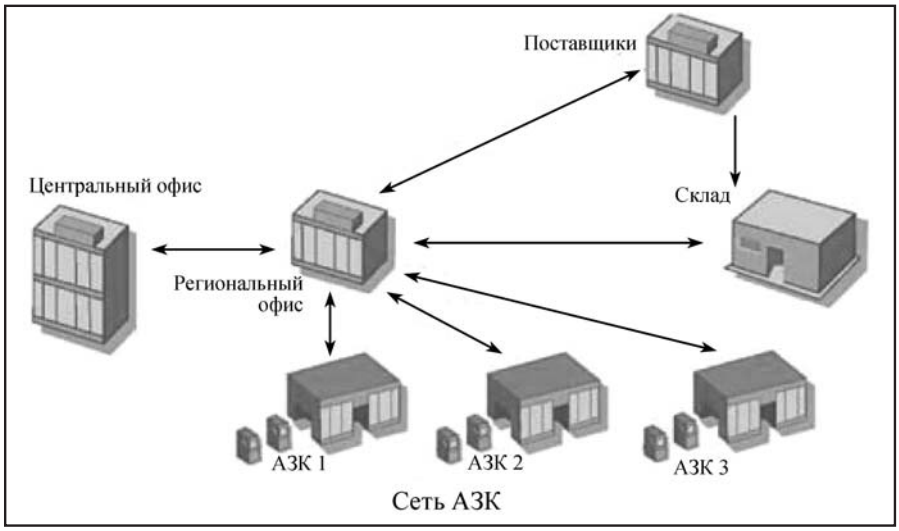
– управление оптовой и розничной реализацией нефтепродуктов;

– формирование аналитических отчетов;

– подготовка данных для передачи формирования консолидирующей отчетности в управляющих подразделениях компании.

2. Требования к системной архитектуре

Архитектура системы включает в себя вычислительные средства, специализированное оборудование, сетевые средства



Сеть АЗК

и средства телекоммуникаций, системное и прикладное программное обеспечение, а также средства интеграции/сопряжения всех структурных компонентов системы.

Архитектура системы должна обеспечивать:

– функциональную масштабируемость, что означает возможность при необходимости приобрести и внедрить дополнительные модули системы, которые не требуются на начальных этапах автоматизации. Они должны быть совместимы друг с другом и с теми модулями, которые уже внедрены;

– масштабируемость по мощности, что означает полное сохранение работоспособности и выполнение всех функций системой (и ее компонентами) при изменении масштаба деятельности компании;

– гибкость – выполнение этого требования позволяет осуществлять настройку системы в соответствии с изменениями внешней среды, поддержку работы различных типов устройств и оборудования (ТРК различных типов, POS-терминалов и т.п.);

– производительность;

– надежность;

– эргономичность, требования к пользовательскому интерфейсу, особенно к экранному интерфейсу оператора АГЗК и АЗК.

3. Экономические показатели

К экономическим показателям проекта внедрения системы автоматизации относятся стоимости:

– приобретаемого оборудования и системного программного обеспечения (операционная система, СУБД, специализированное ПО и т.п.);

– прикладного программного обеспечения (функционального наполнения системы автоматизации);

– работ по установке оборудования и программного обеспечения, обучению персонала, консультационных услуг;

– ежегодного сопровождения и поддержки, а также оценка проекта по методике ROI или другой методике.

4. Организационно-технические требования

1. Наличие опыта реализации аналогичных проектов у компании-поставщика решения.

2. Методика управления проектами.

3. Качество программно-технической документации.

4. Обоснованные сроки выполнения проекта.

Предложенный выше перечень критериев не является исчерпывающим и обязательным, он может быть сокращен или расширен. В целом описанный в статье подход к выбору системы автоматизации поможет владельцам сетей АГЗК и АЗК правильно сформулировать свои ожидания от информационной системы с учетом всех аспектов ее дальнейшего использования, а также свои требования к поставщикам подобных решений.

УДК 796

РАЛЛИ-РЕЙД "ЗОЛОТО КАГАНА-2018"

Т.Н. Измайлова

С 12 по 14 апреля 2018 г. в Астрахани проходил ралли-рейд "Золото Кагана-2018". 56 экипажей (42 автомобиля и 14 мотоциклов и квадроциклов) из 33 городов России приехали на сложнейшую гонку сезона. "Золото Кагана" славится своими песками и непростой навигацией. Уже на административных и технических проверках произошел отсев участников: из 42 заявившихся в автомобильном зачете экипажей лишь 39 было допущено к соревнованиям.

Ключевые слова: *ралли-рейд; пилот; спецучастки; технические проблемы; экипаж; метановая "Нива".*

RALLY-RAID "GOLD OF KAGAN-2018"

Izmaylova T.N.

From April 12 to April 14, 2018, a rally-raid "Gold of the Kagan-2018" was held in Astrakhan. 56 crews (42 cars and 14 motorcycles and ATVs) from 33 cities of Russia came to the hardest race of the season. "Gold Kagan" is famous for its sands and complex navigation. Already on the administrative and technical checks, there was a screening of participants: out of the 42 crews announced in the automotive classification, only 39 were allowed to compete.

Keywords: *rally-raid; pilot; special stages; technical problems; crew; methane "Niva".*

613 километров маршрута по Наримановскому району Астраханской области выбили из борьбы еще десять экипажей. Из-за технических проблем уже на старте пролога гонку не смог продолжить Иван Маликов, выступающий на Yamaha YXZ 1000 Turbo. Во второй гоночный день у Эдуарда Мымрина уже на старте произошла проблема с редуктором, в итоге экипаж был вынужден оформить досрочный финиш с получением от судей штрафного времени, но на следующий день Мымрин снова отправился покорять строптивую трассу. Белгородцы из АСК "Вираж" Алексей Черкесов на Nissan NP-300 Pick-Up и Павел Ушаков на Porsche Cayenne S столкнулись с техническими трудностями в последний день гонки. В команде Gaz Raid Sport и ее китайском отделении BFCEC Sport из восьми выставленных машин к финишу добрались только три "ГАЗ Садко" и один "Соболь 4×4" под пилотированием Александра Русанова, построенный прямо перед гонкой. Пилоты боевых "газелей", пришедшие из классического ралли, не ездили до этого по песку, поэтому для них Астраханская гонка стала большим испытанием и тренировкой, им не хватало опыта пилотирования в сложных песчаных условиях, да и длинные спецучастки по бездорожью раллийным пилотам давались с трудом.

Среди класса Super Production все дни шла борьба за первые места между командами Suprotec Racing, ATT-Racing, MSK Rally Team и экипажем из Казахстана команды Mobilex Racing Team. Борис Гадасин из Suprotec Racing стал практически недосягаемым для соперников, и с каждым спецучастком только увеличивал разрыв, к итогу гонки он составлял более 50 мин. Денис Кротов из MSK Rally Team смог подняться с пятой позиции на второе место, оттеснив пилотов ATT-racing Андрея Сушенцова и Александра Щанова на третье место по итогам соревнований.

В зачете серийных автомобилей Т2 Богдан Вавренюк стабильно удерживал лидерство, легко обойдя земляков из подмосковной Коломны и соперников из Ульяновска. Он занял первую ступеньку подиума и оставил экипажи Петрова Леонида на Toyota Prado и Александра Грачева на УАЗ на втором и третьем месте соответственно. "Метановая" Нива Александра Орлова показала после второго спецучастка четвертый результат, после третьего вынуждена была сойти из-за технических проблем.

В классе Рейд спорт боролись опыт и везение: сначала две тойоты АСК "Вираж" Максима Кирпилева и Алексея Богодистова атаковали пески и во второй день заняли первое и второе место, оттеснив новичков "Золота Кагана" – экипаж Дмитрия Воронова на третье место. Но Воронов доказал, что даже дебютанты песков могут справится с Астраханскими дюнами и на следующий день приехал на первое место своего зачета. По итогам соревнований места в Рейд-спорт распределились так: первое место за Максимом Кирпилевым, второе – за Нивой Воронова, а на третьем – экипаж Алексея Богодистова из АСК "Вираж".

В классе Т3 чемпионата России лучшее время показала питерская гонщица Мария Опарина, ее соперники Азат Минниханов и Игорь Хмельницкий заняли второе и третье место по итогам гонки.

Командный зачет чемпионата России по ралли-рейдам не преподнес сюрпризов. На первое место поднялась Suprotec Racing, на втором – АСК "Вираж", а третье досталось "красным драконам" BFCEC Sport.

Борис Гадасин, пилот экипажа 100, команда Suprotec Racing:

Сегодня был самый большой и интересный день гонки. Астрахань славится сложными разноплановыми дорожками и организаторы молодцы, потому как включили в маршрут гонки и пески, и жесткие дороги с множеством ям, были и скоростные участки. К сожалению, песок был достаточно неприятен в

ISSN 2073-8323

Борис Гадасин за рулём

преодолении, он мокрый и жесткий. Попадались даже небольшие дюны. Навигация была не самая простая. У нас традиция: на первых 10 километрах мы всегда "блудим", но мы быстро нашли верный курс и дальше все было отлично. Машина вела себя великолепно. В этом году изменились международные требования к автомобилям класса Т1 и появились разрешения на увеличенные хода подвески спереди и сзади на 3 сантиметра. С новыми настройками машина стала более комфортнее и позволяет ехать намного быстрее. Мы не пытались сильно форсировать, ехали в марафонском режиме в свое удовольствие! Средняя скорость по отношению к прошлому году у нас возросла на 10 %.

В Кубке России по ралли-рейдам среди турбированных вездеходов лидером гонки стал Алексей Бердинских с опытным штурманом Кириллом Шубиным. Сергей Евстратов и Игорь Ганик на второй и третьей строчке протокола.

В зачете грузовиков первые три места заняли экипажи КАМАЗ-мастер, оставив "МАЗ спорт авто" на пятой и шестой позиции итоговой ведомости, Gaz Raid Sport отстали от "синей армады" почти на пять часов и заняли шестое, седьмое и восьмое место своего зачета. Распределение мест среди "КАМАЗ-мастер" по итоговому протоколу выглядит так: Андрей Каргинов – первое место, Эдуард Николаев и Дмитрий Сотников – второе и третье место соответственно.

В общей квалификации десятку наиболее быстрых пилотов открыл опытный Борис Гадасин, за ним расположились три экипажа "КАМАЗ-мастер". Пятое и седьмое место досталось белорусам из "МАЗ-спорт авто", которые на шестое пропустили российско-украинский экипаж Дениса Кротова и Дмитрия Цыро. Восьмое место занял Nissan ATT-racing под управлением Андрея Сущенцова, а на девятом – самый быстрый мотовездеход Алексея Бердинских, выступающего в классе Т3 Turbo. Замкнула десятку еще одна машина команды Suprotec Racing под пилотированием Андрея Рудского.

В рядах мотогонщиков и квадроциклистов все было более спокойно и без потерь. 14 мотогонщиков и квадроциклистов все три дня замыкали старт, им приходилось преодолевать трассу после автомобильного зачета. Это не помешало Михаилу Лапшину, несмотря на падение на втором спецучастке, оставить далеко позади соперников и занять первое место. На втором – Иван Ли с отставанием более часа, а на третьем – дебютант покорения песков Астраханской гонки на мотоцикле – Евгений Батаев.

В Кубке МФР в зачете OPEN лучшее время показал дебютант гонки Роман Карымов Avantis Racing Team. На втором месте – Александр Торопчин, на третьем – Максим Никулов.

Среди эндуро-квадроциклов первым стал Сергей Храмушин, за ним – Макеев Владимир и Михаил Маркин.

Обновленный капотник "КАМАЗ-мастер" показал себя неплохо

Завершилась гонка пресс-конференцией и процедурой награждения.

Эдуард Николаев, пилот экипажа 300

Эдуард Николаев, пилот экипажа 300, команда КАМАЗ-мастер:

Для нас это романтика: мы очень любим Астраханскую область, так как она очень похожа на трассы Дакара. Мы много лет сюда приезжаем, нарабатываем опыт, который мы потом применяем на международных гонках и он нам позволяет, как говорят спортсмены, привозить время соперникам. Самое главное в автомобиле – двигатель и подвеска, и эта трасса позволяет настраивать подвеску. Я еду на нашем новом автомобиле капотной компоновки. Мы уже выставляли ранее такой автомобиль, и в первый раз он приезжал как раз сюда в Астрахань на гонки, но с тех пор в нем было внесено много модификаций, установлен 13-литровый двигатель, которым должны быть оснащены все грузовики, которые поедут на Дакар 2019 г., а от "КАМАЗ-мастер" их будет четыре. Пока мотор неплохо показывает себя, мы к нему привыкаем, тестируем и смотрим плюсы и минусы автомобиля. Также была изменена подвеска, тормоза, развесовка автомобиля. Сейчас он очень отличается от того, что мы привозили сюда год назад. Сегодняшний участок не давал расслабится ни на минуту, очень большая физическая нагрузка от первого километра и до финиша. Большие марафоны не имеют такой нагрузки, здесь же все серьезно. Астраханская трасса не дает отдохнуть участникам, особенно пилотам каждый метр приходиться бороться за результат. Это здорово, и накат, полученный здесь помогает очень на международных соревнованиях.

Газомоторный словарь

В последнее время в нефтегазовой отрасли появилось много новых терминов, о которых можно узнать только в Интернете или специализированной литературе. Но книга и компьютер не всегда могут оказаться под рукой. Редакция журнала АГЗК+АТ подготовила краткий Газомоторный словарь, воспользоваться которым и найти нужную информацию может наш читатель.

АГЗС (автомобильная газозаправочная станция)

Осуществляет заправку различных видов транспортных средств сжиженным углеводородным газом (СУГ) – пропан-бутановой смесью.

АГНКС (автомобильная газонаполнительная компрессорная станция)

АЗС, на территории которой предусмотрена заправка баллонов топливной системы грузовых, специальных, легковых автомобилей, а также ПАГЗ и кассетных сборок компримированным природным газом, используемым в качестве моторного топлива.

АЗС (автомобильная заправочная станция)

Осуществляет заправку различных видов транспортных средств традиционными видами топлива – бензином и дизельным топливом.

Альтернативное моторное топливо

Жидкие и газообразные топлива, получаемые из нетрадиционных видов сырья и используемые в двигателях внутреннего сгорания. Группы АМТ:

1. Синтетические топлива.
2. Нефтяные топлива с добавками спиртов или эфиров.
3. Ненефтяные топлива (сжиженный и сжатый природный газ, сжиженные пропан-бутаны, диметиловый эфир, водород).

Для применения АМТ первой группы не требуется модернизации двигателя и изменения системы топливопотребления.

Для АМТ второй группы требуется небольшое изменение системы топливопотребления.

Для АМТ третьей группы требуются модернизация двигателя, установка баллона на борту транспортного средства и значительное изменение системы топливообеспечения.

Альтернативное топливо

Представляет собой любые материалы и вещества, которые могут быть использованы в качестве моторного топлива и не относятся к его традиционным видам. Альтернативным топливом являются, например, биодизель, водородное топливо, компримированный и сжиженный природный газ.

Биогаз

Газ, получаемый в результате метанового брожения биомассы. Основными составляющими биогаза являются метан и углекислый газ. Биогаз может применяться в качестве моторного топлива и топлива для производства.

Биотопливо

Топливо, получаемое из растительного или животного сырья. Одним из видов биотоплива является биогаз.

Водородное топливо

Один из самых экологичных видов топлива. Хранится на транспортном средстве в сжатом газообразном или сжиженном виде, при этом хранение в сжиженном виде сильно затруднено из-за очень низкой температуры кипения.

Водородный двигатель

Вид двигателя, работающий на водородном топливе.

Газификация

Обеспечение газом промышленных, сельскохозяйственных и других объектов, а также населенных пунктов. Программы газификации предусматривают строительство газопровода и организацию бесперебойной доставки газа в те районы, куда не проходит газопровод.

Газобаллонное оборудование (газовое оборудование) автомобиля

Дополнительное оборудование, позволяющее хранить и подавать в двигатель внутреннего сгорания (ДВС) газообразное топливо.

В зависимости от вида применяемых газообразных топлив и типа двигателей автомобили производятся или переоборудуются в газобаллонные автомобили: однотопливные, двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив и двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели).

К газообразным автомобильным топливам относятся:

– компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) (метан);

– газ сжиженный нефтяной (ГСН) (пропан-бутановая смесь).

Газовые баллоны автомобильные

Ёмкость цилиндрической или тороидальной формы, предназначенная для хранения газа (пропана или метана) под давлением. Различают 4 типа метановых баллонов:

– цельнометаллические (1-й тип);

– металлопластиковые со стальным тонкостенным лейнером и армирующей оболочкой из композитного материала на цилиндрической части (2-й тип);

– металлопластиковые с металлическим лейнером, заключенным в армирующую оболочку из композитного материала по всей поверхности баллона (3-й тип);

– полностью композитные полимерные баллоны с полимерным лейнером, как правило, с обмоткой из углеродного или композитного углеродного/стекловолокна (4-й тип).

(Продолжение следует.)

 ISSN 2073-8323

"АТС-АВТО" выпустил 1000-ную Lada Vesta CNG

С конвейера компании "АТС-АВТО" сошел тысячный автомобиль LADA Vesta CNG. Производство первого в России легкового автомобиля, использующего в качестве топлива бензин или метан, началось летом 2017 г.

Легковой автомобиль LADA Vesta CNG

Компания, серийно оснащающая этот автомобиль газобаллонным оборудованием, является резидентом "Жигулевской долины". Денис Жидков, руководитель технопарка, комментируя успех "АТС-АВТО", сказал, что за время сотрудничества можно отметить быстрые темпы развития компании как в плане разработок для газомоторной отрасли, так и в плане вывода продукта на рынок. Количество автомобилей Lada Vesta CNG за семь месяцев со старта производства перешагнуло рубеж в 1000 ед., что для мелкосерийного производства очень хороший показатель. На автомобиль сохраняются все гарантии производителя, а удорожание относительно бензиновой версии (благодаря поддержке государства) составило всего 30 тыс. руб.

В компании не ограничиваются разработками и производством автомобилей. На территории технопарка силами компании "АТС-АВТО" ведется обучение работников дилерской сети Lada, через которую реализуются метановые Lada Vesta. Все специалисты по окончании обучения проходят тестирование, получая сертификат, позволяющий проводить установку и обслуживание газобаллонного оборудования. "АТС-АВТО" можно считать примером инновационной и успешной деятельности. Не зря в рамках "Дней открытых инноваций 2017" технопарк наградил компанию в номинации "Прорыв года" за проект Lada Vesta CNG.

Газомоторная техника Scania для ГК "Грейн Холдинг"

Первые 11 тягачей Scania P340, работающие на метане, были переданы группе компаний «Грейн Холдинг». Отгрузка состоялась 20 апреля 2018 г. на заводе АО "РязаньЗерноПродукт" в Рязани.

Отгрузка газовых грузовиков Scania на заводе АО "РязаньЗерноПродукт" в Рязани

Вся техника была приобретена по программе "Scania Драйв", которая предлагает комплексное решение для бизнеса клиента. Стоит отметить, что это первые автомобили Scania в автопарке компании, работающие на газе.

"В последние годы техника на природном газе пользуется все большим спросом у перевозчиков. Это обусловлено рядом существенных преимуществ у такой техники: существенно сниженные, по сравнению с традиционными дизельными двигателями, затраты на топливо и вредные выбросы. Сочетание этих преимуществ сегодня стало приоритетным для ведущих российских транспортных компаний, у которых к задачам по оптимизации расходов на топливо появилась необходимость в поисках решений по снижению влияния собственного автопарка на окружающую среду", – заявил руководитель направления газовой техники ООО "Скания-Русь" Иван Папазов.

Группа компаний "Грейн Холдинг" объединяет 12 предприятий, в которых работает более 2000 сотрудников. Предприятия, входящие в состав холдинга, специализируются на производстве и реализации хлебобулочных изделий, а также на заготовке и хранении зерна, производстве муки и круп. На выставке "Комтранс-2017" в рамках Саммита по коммерческому транспорту, между компаниями ООО "Скания-Русь" и ГК "Грейн Холдинг" было подписано соглашение о поставке 50 ед. газомоторной техники Scania. Данное соглашение мотивировано спросом на

более эффективные и экологически безопасные тягачи, что является одним из главных приоритетов для "Грейн Холдинг".

"Уже сегодня более 250 малотоннажных автомобилей Холдинга, работающих на газе, ежедневно развозят хлеб потребителям в 8 областей ЦФО. Приобретая автомобили Scania, мы делаем следующий шаг в переводе нашего автопарка на газ. С нового года не только хлеб, но и мука, и зерно будут перевозиться на газомоторных автомобилях", – прокомментировал генеральный директор ГК "Грейн Холдинг" Андрей Алексеев.

Седельный магистральный тягач Scania P340LA4×2HNA оснащен шестицилиндровым рядным двигателем рабочим объемом 9 л и мощностью 340 л. с. Для достижения максимальной эффективности эксплуатации CNG двигатель укомплектован механической коробкой передач Scania с функцией автоматического переключения передач Opticruise и трансмиссионным тормозом-замедлителем (ретардером), который, в свою очередь, в значительной мере снижает износ тормозных механизмов и позволяет увеличивать интервалы их обслуживания. При этом экономия достигается не только за счет снижения расходов на топливо – метановые двигатели имеют увеличенный до 50 % моторесурс, что, несомненно, снижает расходы на обслуживание таких автомобилей.

Действуя в рамках концепции социальной и экологической ответственности, компания Scania планирует усиливать свои ресурсы и активно развивать партнерство в сфере экологичной транспортной системы.

КАМАЗ И ГАЗ поставят Москве первые 200 электробусов

Российские автопроизводители КАМАЗ и ГАЗ выиграли два аукциона на поставку 200 электробусов для общественного транспорта Москвы. Контракт будет заключен на 15 лет. Об этом сообщил 4 мая мэр Москвы Сергей Собянин.

"По итогам двух аукционов крупнейшие российские автопроизводители КАМАЗ и ГАЗ стали победителями на поставку электробусов. Каждый из них выпустит для Мосгортранса по 100 самых современных в мире электробусов с 15-летним сервисным обслуживанием и установкой 62 ультрабыстрых зарядок", – сообщил Сергей Собянин.

Первые поставки планируются в сентябре. Лот еще на 100 электробусов объявят в декабре, добавил Собянин. "А с 2021 г. будем закупать только этот экологичный транспорт вместо дизельных автобусов", – заключил мэр.

В пресс-службе Московского транспорта сообщили, что стоимость каждого из двух контрактов – 6,35 млрд руб. Модели электробусов тестировались в течение двух последних лет, отметили в мэрии.

В конце прошлого года Мосгортранс объявил конкурс на закупку 300 электробусов и 98 зарядных станций. Начальная цена контракта составляла около 30 млрд руб. Конкурс планировалось провести в три аукциона – по 100 электробусов. В дальнейшем власти планируют закупать еще по 300 электробусов ежегодно. Новые машины будут низкопольными, рассчитаны минимум на 85 пассажиров. Салоны оборудуют климат-контролем, Wi-Fi, системой видеонаблюдения и USB-разъемами для зарядки мобильных устройств.

Поставщик должен обслуживать машины по 15-летнему контракту жизненного цикла и нести полную финансовую ответственность за их состояние.

В апреле начальная цена аукционов снизилась в среднем на 40 % – из технического задания исключили замену бортовых источников энергии после семи с половиной лет эксплуатации. "Мы рассчитываем, что через семь с половиной лет батареи будут легче и дешевле. Также мы не можем исключать появления новых, более эффективных батарей", – пояснили в пресс-службе Мосгортранса.

 ISSN 2073-8323

В Менделеевске презентовали передвижной автогазозаправщик

В рамках популяризации газомоторного транспорта в Менделеевске (Республика Татарстан) стартовал пилотный проект по использованию передвижного автомобильного газозаправщика (ПАГЗ) для заправки транспортных средств предприятий и организаций на газомоторном топливе.

Передвижной автогазозаправщик расположился вблизи местного АТП. Он предназначен для транспортировки компримированного природного газа и заправки им автотранспорта на специально оборудованной площадке. Для менделеевцев – это эффективный способ быстро решить проблему с заправкой транспорта, работающего на метане.

Как отметил заместитель руководителя исполнительного комитета по городскому хозяйству и инфраструктурному развитию Роберт Искандаров, первая передвижная автомобильная заправка была организована при поддержке руководства района в лице главы Валерия Чершинцева.

– Практика использования природного газа в качестве моторного топлива получает широкое распространение. Заправляясь метаном, можно сэкономить деньги и улучшить экологическую ситуацию, – отметил Роберт Искандаров.

В Тюменской области появится новая газозаправочная станция "Газпром"

Компания "Газпром газомоторное топливо" ведет строительство новой автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) в г. Тюмени, которая сможет ежедневно заправлять природным газом 360 ед. техники.

Газозаправочный объект имеет производительность 6,7 млн м^3 природного газа в год и располагается на Велижанском тракте в г. Тюмени. Это вторая АГНКС сети "Газпром" в регионе.

Объект оснащен тремя заправочными колонками, которые смогут одновременно заправлять природным газом 6 автомобилей. Ключевыми потребителями на станции станет пассажирский транспорт Тюменских автобусных парков № 1 и 2, а также техника коммунальных служб ТМУП "Тюменские тепловые сети" и ОАО "Тюменьэнерго". "Новая газозаправочная станция "Газпром" в г. Тюмени позволит повысить экономическую и экологическую эффективность транспортного комплекса региона, а также, благодаря своей низкой стоимости, значительно сократит топливные затраты городских автопарков пассажирской и коммунальной техники. Стоимость кубометра природного газа в г. Тюмени составляет всего 13,6 руб.", – подчеркнул генеральный директор "Газпром газомоторное топливо" Михаил Лихачев.

Между ПАО "Газпром" и Правительством Тюменской области действуют Соглашения о сотрудничестве и расширении использования природного газа в качестве моторного топлива. В Тюменской области в 2017 г. утверждена государственная программа развития транспортной инфраструктуры, рассчитанная до 2022 г., одна из задач которой – развитие сети газозаправочной инфраструктуры в Тюменской области.

www.gazprom-gmt.ru