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

№ 7 (76) 2013 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

Довбиш А.Л., Передельский В.А., Безруков К.В., Васильева И.Ю., Гуров Е.И.
Опыт создания блоков ожижения (ОП) установок сжижения природного газа малой производительности . . . 3

Артамонов Е.А., Завьялов В.И., Щанкина В.Г.
Конверсия углеводородов при переработке попутных нефтяных газов . . . 7

Ерохов В.И.
Газовая аппаратура нового поколения для подачи СУГ . . . 17

Гусев Д.И., Разливинская С.В., Жданович О.А.
Информационные технологии в информационной системе предприятия . . . 31

Богатиков Б.Ф., Васичева Л.Г.
Статья О ВЕРНАДСКОМ (к 150-летию со дня рождения) . . . 33
"Автосиб – 2013" . . . 36
"Роснефть" к Олимпиаде оснастит все АЗС в Сочи установками для заправки газом . . . 37
Сенаторы подготовили законопроект о более широком использовании газомоторного топлива . . . 37
Повсеместный перевод общественного транспорта на газ не оправдан . . . 38
В Курске открылись газовые заправки . . . 39

Милешкин Кирилл
Газовое топливо: сектор газа . . . 40
"Роснефть" в 2012 г. незаконно сожгла на факельных установках в ХМАО свыше 380 млн м^3 ПНГ . . . 44
Прокуратура ХМАО выявила в Когалыме нарушение требований лицензионного законодательства при обращении с ПНГ . . . 44

Зубкова Екатерина
Как выжить после сланцевой революции? . . . 45
Выработка "зеленой" энергии тремя объектами компании АльтЭнерго превысила 13 млн кВт/ч . . . 49
Поиск способов удешевления работы биогазовых станций продолжается . . . 49
"Ладу" с гибридным двигателем уже тестируют на "АвтоВАЗе" . . . 50

Ожегов Д.Л.
Совместные конференции "Газпрома" и "Раритэка" в Астрахани . . . 51
Volvo увеличивает производство гибридов V60 . . . 51
В Женеве представили электроавтобус, заряжающийся на остановках . . . 52
Toyota хочет серийно выпускать водородомобиль . . . 52
Электромобили Denza – совместный проект BYD и DAIMLER . . . 53
Автомобили с водителем-компьютером . . . 53
"Автокомплекс – 2013" – юбилейная выставка (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг) . . . 55

Учредитель –
ООО "Издательство Машиностроение"

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

Зам. главного редактора
Н.В. Нефёдова

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

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

Редакторы:
М.И. Бирюков
О.А. Филоретова

Компьютерная верстка
С.А. Жиркина

Адрес и телефон редакции:
107076, г. Москва, Стромынский пер., д. 4
Тел. 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
mashpubl@mashin.ru
www.mashin.ru

Подписано в печать 27.06.2013 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага мелованная.
Усл. печ. л. 6,86.
Отпечатано в ООО "Белый ветер", 115407, г. Москва, Нагатинская наб. д. 54, пом. 4

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). **Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–48491**

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.

© Издательство "Машиностроение", "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", 2013

АГЗК + АТ

«AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»

AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

№ 7 (76) 2013 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

Dovbish A.L., Peredelski V.A., Bezrukov K.V., Vasilieva I.Yu., Gurov E.I.
Experience of creation blockliquefaction of Ingunits small productivity 3
Artamonov E.A., Zav'yalov V.I, Shchankina V.G.
Conversion of hydrocarbons in processing associated petroleum gases 7
Erohov V.I.
Gas equipment for submission of a new generation of LPG 17
Gusev D.I. Razlivinsky C.B., Zhdanovich O.A.
Information technologies in the enterprise information system 31
Bogatikov B.F. Vasicheva L.G.
About Vernadsky (to the 150 anniversary since birth) 33
"AUTOSIB – 2013" 36
"Rosneft" to the Olympic Games will equip all gas stations in Sochi with installations for filling with gas 37
Senators prepared the bill of wider use of gas motor fuel 37
Universal transfer of public transport to gas isn't justified 38
In Kursk gas stations opened 39
Mileshkin Kirill
Gas fuel: Gaza Strip 40
"Rosneft" in 2012 illegally burned on torch installations in Khanty-Mansi Autonomous Okrug over 380 million cubic meter of APG 44
The prosecutor's office of Khanty-Mansi Autonomous Okrug revealed in Kogalym violation of requirements of the license legislation at the treatment of APG 44
Ekaterina Zubkova
How to survive after slate revolution? 45
Development of "green" energy by three objects of the Altenergo company exceeded 13 million kilowatt-hours 49
Search of ways of reduction in cost of work of biogas stations proceeds 49
"Lada" with the hybrid engine already test on "AvtoVAZ" 50
Ojegov D.L.
Joint conferences of "Gazprom" and "RARITEK" in Astrakhan 51
Volvo increases production of hybrids of V60 51
In Geneva presented the electrobus which is loading at stops 52
Toyota wants to let out serially водородомобиль 52
The electric cars Denza – the joint BYD and Daimler project 53
Cars with the driver computer 53
"AUTOCOMPLEX 2013" – an anniversary exhibition 55

Founder –
LLC "Publishers Machinostroenie"

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

Deputy editor
N.V. Nefedova

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

The editorial board:
doct. of techn. sc. **S.P. Gorbachev** (LLC "VNIIGAZ", Moscow)
corresponding member of the AS RT **G.S. D'yaconov** (Tatarstan Resp., Kazan)
doct. of techn. sc. **N.A. Ivashchenko** (Bauman MSTU, Moscow)
doct. of techn. sc. **N.G. Kirillov** (LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg)
doct. of techn. sc. **G.K. Lavrenchenko** ("UA-SIGMA", Ukraine)
corresponding member of the ANAS **Y.N. Litvishkov** (Azerbaijan, Baku)
academician of the NAS **I.I. Lishtvan** (Belarus, Minsk)
academician of the RANS **S.V. Meshcheryakov** (MINGP, Moscow)
doct. of econom. sc. **A.V. Nikolaenko** (MSUME, Moscow)
O.N. Rumyantseva (LLC "Publishers Machinostroenie")
doct. of chem. sc. **R.M. Talyshinsky** (TIPS RAS, Moscow)
Academician of the NAS RK **E.M. Shaikhutdinov** (Kazakhstan Resp., Almaty)

Editors:
M.I. Biryukov
O.A. Filoretova

Computer Design
S.A. Zhirkina

Address and phone edition:
107076, Moscow, Stromynsky per., building 4
Tel: 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
mashpubl@mashin.ru
www.mashin.ru

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

The magazine is registered with the Federal agency for Supervision of Communications, Information Technology and Communications (Roskomnadzor), **Registration certificate PI N FS77–48491**

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

© "Mashinostroenie Publishers", "Autogas filling complex + alternative fuel", 2013

УДК 621.593

ОПЫТ СОЗДАНИЯ БЛОКОВ ОЖИЖЕНИЯ (ОП) УСТАНОВОК СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

А.Л. Довбиш, В.А. Передельский, К.В. Безруков, И.Ю. Васильева, Е.И. Гуров ОАО "Криогенмаш"

Растет спрос на установки малой производительности для ожижения природного газа. СПГ-установки необходимо создавать на базе относительно простых и надежных циклов, например, дроссельно-эжекторных высокого давления. В таких СПГ-установках блоки ожижения могут иметь блочно-модульные конструкции.

Рассматриваются характеристики СПГ-установок УСПГ-1,5 и УСПГ-2,5, производимых компанией "Криогенмаш" (Балашиха Московской области). Четыре установки УСПГ-1,5 уже успешно эксплуатируются в Китае; еще две УСПГ-2,5 недавно отправлены туда же. Удельные затраты на ожижение составляют 0,66 кВт·ч/кг СПГ.

Ключевые слова: природный газ, сжиженный природный газ (СПГ), компрессор, холодильная машина, дроссель, эжектор, удельные затраты на ожижение.

EXPERIENCE OF CREATION BLOCK LIQUEFACTION OF LNG UNITS SMALL PRIDUCTIVITY

A.L. Dovbish, V.A. Peredelski, K.V. Bezrukov, I.Yu. Vasilieva, E.I. Gurov OAO "Cryogenmash"

The demand is growing for the installation of small productivity for the liquefaction of natural gas. LNG-units requires to create based on relatively simple and reliable cycles, for example, throttle-ejector of a high pressure. In such LNG-units blocks of liquefaction can have block-modular design. The characteristics of LNG-units USPG-1,5 and USPG-2,5, produced by company "Cryogenmash" (Balashikha, Moscow region) are considered. Four units USPG-1,5 have been successfully used in China, two more USPG-2,5, recently sent to the same. Specific expenses on liquefaction are 0,66 kWh/kg LNG.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas (LNG), compressor, refrigeration machine, throttle, ejector, specific expenses on liquefaction.

Введение

Начавшийся в конце 1980-х гг. интенсивный процесс развития технологий, основанных на использовании сжиженного природного газа (СПГ), к сожалению, был прерван годами перестройки и экономического спада. Теперь в России возникли совершенно новые экономическая, технологическая, экологическая и социальная ситуации и созданы все условия для внедрения технологий по производству и использованию СПГ.

Так, концепция участия ОАО "Газпром" в газификации регионов РФ, утвержденная постановлением правления ОАО "Газпром" № 57 от 30.11.2009, продекларировала перспективы внедрения СПГ-установок в России, в том числе малой и средней производительности, и, что важно, на базе блочно-модульных отечественных разработок и оборудования.

Как показывают технико-экономический анализ и мировой опыт, криогенные технологии малотоннажных СПГ-установок, как правило, строятся на базе относительно простых и надежных в эксплуатации циклов ожижения, например, дроссельно-эжекторных циклов высокого давления или детандерных азотных циклов.

Показатели СПГ-установок малой производительности

Учитывая необходимость отработки на первых стадиях внедрения технологии производства и использования СПГ, малотоннажных УСПГ, было принято решение использовать надежные дроссельно-эжекторные циклы высокого давления.

Выбор в пользу дроссельного цикла высокого давления объясняется также тем, что оптимальное давление в таком цикле – 18...25 МПа, т.е. давле-

ние, которое обеспечивают серийные поршневые компрессоры, широкий выбор которых имеется как на отечественном, так и зарубежном рынках. То же относится и к холодильным агрегатам.

Большую роль на начальной стадии развития технологий производств СПГ в России сыграло наличие сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), созданных в СССР в 80-х гг. прошлого столетия.

В конце 90-х гг. прошлого века, после анализа загруженности этих АГНКС [1], рядом "дочерних" предприятий ОАО "Газпром" и прежде всего ООО "Лентрансгаз" (ныне ООО "Газпромтрансгаз, Санкт-Петербург") было принято решение использовать оборудование АГНКС, в частности, компрессоры высокого давления и блоки осушки газа для создания на их базе малотоннажных СПГ-установок. Наряду с возможностью использования имеющегося в наличии разработанного ранее в ОАО "Криогенмаш" оборудования СПГ (теплообменники, сепараторы, арматура, резервуары СПГ и т.п.), такое решение значительно снижало первоначальные капитальные вложения.

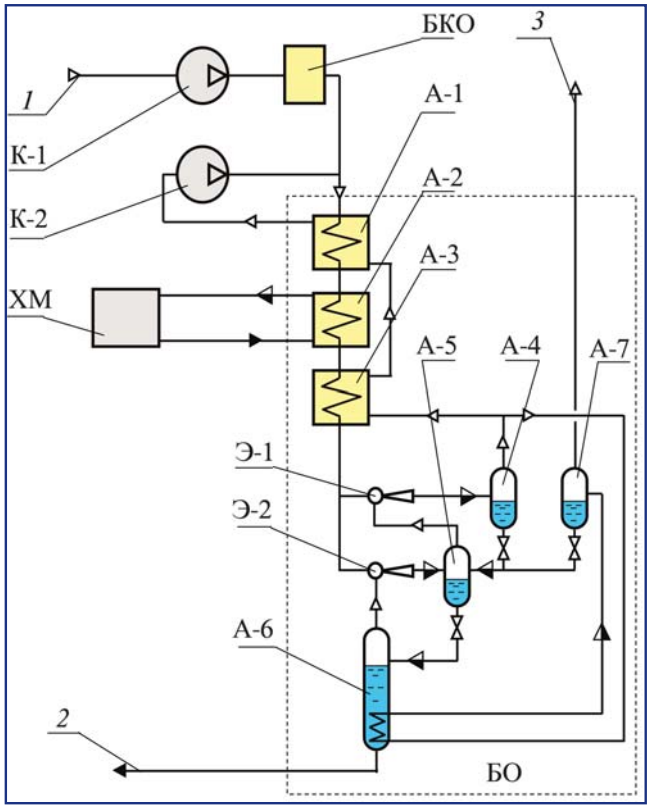


Рис. 1. *Принципиальная схема СПГ-установки:*
1 – вход ПГ в установку; *2* – выход СПГ из установки в систему хранения; *3* – отбросный газ из установки; К-1 – компрессор ожижаемого потока ПГ; К-2 – компрессор циркуляционного потока ПГ; ХМ – холодильная машина; А-1, А-2 и А-3 – теплообменники; А-4, А-5, А-6 и А-7 – сепараторы; БО – блок ожижения; БКО – блок очистки и осушки; Э-1 и Э-2 – эжекторы

Большим преимуществом такого решения явилась возможность эксплуатации установок в режимах с частыми включениями-отключениями в так называемых "рваных" режимах, что было связано с неравномерной загрузкой компрессоров АГНКС. Такая возможность обусловлена отсутствием в составе установок высокооборотных расширительных машин (детандеров), частые пуск и остановка которых сопряжены со снижением надежности установки в целом. И, как показал опыт эксплуатации, это решение было правильным.

Таким образом, уже в течение длительного времени ряд опытно-промышленных малотоннажных установок по производству СПГ, укомплектованных на базе АГНКС, эксплуатируется в Московской, Ленинградской, Псковской и Свердловской областях [2, 3].

В настоящее время, учитывая требования заказчиков по непрерывной круглогодичной эксплуатации установок и сведению к минимуму монтажных работ, концептуальные решения по созданию малотоннажных СПГ-установок пересмотрены в сторону блочно-модульных конструкций блоков ожижения (БО), компрессорных и холодильных агрегатов на базе серийно выпускаемых отечественных сборок с максимальной заводской готовностью.

Установка на базе дроссельно-эжекторного цикла (рис. 1) работает следующим образом: природный газ (ПГ) очищают от примесей CO_2, H_2S, осушают, сжимают в компрессоре до высокого давления, охлаждают в теплообменнике, затем расширяют в активном сопле эжектора. Образовавшуюся при этом парожидкостную смесь разделяют в сепараторе, жидкую фазу из сепаратора в качестве продукта отводят в систему хранения и затем потребителю, а паровую фазу из сепаратора обратным потоком направляют в теплообменник для рекуперации холода. После теплообменника обратный поток смешивают с новой порцией очищенного газа и направляют на вход в компрессор. Энергию расширения холодного потока газа используют в активном сопле эжектора для дожатия пассивного потока (паров СПГ) до давления обратного потока, что позволяет производить СПГ с давлением 0,3...0,4 МПа при давлении обратного потока 0,6...1,2 МПа, что соответствует давлению газа в газовых сетях. Использование эжекторов повышает энергетическую эффективность дроссельной установки на 15...20 % [4].

Для охлаждения газа высокого давления кроме холода обратного потока используют также холо-

дильную машину, что позволяет повысить существенно производительность и эффективность установки СПГ.

Как правило, в ПГ содержится небольшое количество низкокипящих компонентов – азота, водорода и гелия. При работе установки низкокипящие компоненты накапливаются в циркулирующем газе, в результате чего снижается изотермический дроссель-эффект и, соответственно, производительность установки по СПГ. Для недопущения накопления низкокипящих компонентов необходимо предусмотреть их отдувку, причем желательно с минимальными потерями основного компонента ПГ – метана. В процессе создания блоков ожижения СПГ-установок ОАО "Криогенмаш" была разработана технология отдувки низкокипящих компонентов, защищенная патентом на изобретение [5]. Более подробно цикл ожижения описан в [6].

Фото 2. *Внешний вид блока ожижения*

Блоки ожижения представляют собой цельную транспортабельную конструкцию, прошедшую цикл испытаний на заводе-изготовителе и позволяющую транспортирование в габаритах как автомобильного, так и железнодорожного транспорта.

При выборе типа низкотемпературной изоляции блоков было отдано предпочтение изоляции на основе вспененных каучуков с наружным защитным покрытием, так как при этом отпадает необходимость наддува изоляционного пространства инертным газом и обеспечивается свободный доступ к оборудованию при его осмотре и ремонте.

Работа блоков ожижения в установившемся технологическом режиме ожижения и выдачи СПГ потребителю происходит посредством включения оператором локальных алгоритмов управления, которые позволяют поддерживать при заданных параметрах работу в автоматизированном режиме. Локальная система автоматизированного управления блока ожижения построена на унифицированных средствах и легко реализуется в составе АСКУ УСПГ.

Как показали результаты пуска четырех блоков ожижения, время выхода на полноценный рабочий режим с выдачей СПГ потребителю не превышает 20...30 мин.

При создании блоков ожижения отработаны схемные и конструктивные решения, что позволяет создавать блоки ожижения транспортабельных габаритов производительностью до 3...4 т/ч. Отлажена технология изготовления, сборки и испытаний технологического оборудования блоков, что создало предпосылки для снижения сроков разработки и изготовления блоков ожижения мелкими сериями.

Цикл создания блока ожижения с учетом доработки конструкторской документации под требования заказчика (параметры и состав природного газа и т.п.) с момента подписания контракта до отгрузки – не более 9 мес.

Основные технические характеристики установок СПГ на базе блоков производительностью 1,5 и 2,5 т/ч приведены в таблице.

По заказу Китайской народной республики (КНР) в 2007–2011 гг. ОАО "Криогенмаш" разработало, изготовило и поставило блоки ожижения установок СПГ, базирующиеся на использовании дроссельного цикла высокого давления с предварительным охлаждением, с эжекторными ступенями и отдувкой низкокипящих компонентов (азот, водород, гелий). Фото 2 дает представление о внешнем виде блока ожижения УСПГ-2,5.

Производительность разработанных блоков ожижения – от 0,6 до 2,5 т/ч. На конец сентября 2011 г. в КНР поставлены и успешно эксплуатируются четыре блока ожижения производительностью 1,5 т/ч. В настоящее время отгружены в КНР

Основные технические характеристики СПГ-установок

Параметры	Установка СПГ-1,5	Установка СПГ-2,5
ПГ на входе в блок БО:		
давление, МПа (абс.)	20,0	20,0
температура, К (°С)	303 (+30)	303 (+30)
расход, $м^3$/ч (кг/ч)	2080 (1540)	3600 (2595)
СПГ из УСПГ:		
давление, МПА (абс.)	0,3...0,4	0,3...0,4
температура, К	126,5...131,6	126,5...131,6
расход, кг/ч	1535	2510
Отбросный газ:		
давление, МПа (абс.)	0,5	0,5
температура, К	126,5	130,0±5
расход, $м^3$/ч (кг/ч)	10,0 (5,0)	110,0 (85,0)
Потребляемая мощность, кВт:		
компрессор ожижаемого потока ПГ	190	380
компрессор циркуляционного потока ПГ	575	940
холодильная машина	210	350
Суммарная потребляемая мощность, кВт	975	1690
Удельные затраты энергии (расчетные), кВт·ч/кг	0,635 (0,504)	0,690 (0,520)
Примечание: $м^3$ приведен к условиям +20 °С, 0,101325 МПа абс. и 0 % относительной влажности воздуха.		

один блок производительностью 1 т/ч и два блока производительностью 2,5 т/ч. Проводятся заводские испытания двух блоков производительностью 1,5 т/ч для отправки в КНР.

Заключение

1. Разработаны и успешно эксплуатируются в КНР четыре блока ожижения СПГ-установок производительностью 1,5 т/ч, базирующихся на дроссельно-эжекторном цикле с предварительным охлаждением и отдувкой низкокипящих компонентов из природного газа. В настоящее время два блока ожижения производительностью 2,5 т/ч отгружены заказчику. Два блока производительностью 1,5 т/ч находятся в стадии заводских испытаний и готовятся к отгрузке также в КНР. Блоки ожижения в составе установок производят СПГ при давлении 0,3...0,5 МПа. Расчетные удельные энергозатраты на ожижение – 0,63...0,70 кВт·ч/кг СПГ. По результатам эксплуатации действительные удельные затраты на ожижение в СПГ-установках (провинция Сычуань, КНР) составили 0,66 кВт·ч/кг СПГ.

2. Технология ожижения природного газа с низкокипящими компонентами, используемая при работе блоков ожижения разработки ОАО "Криогенмаш", защищена патентом РФ [5].

3. Конструктивно блоки ожижения выполнены в едином транспортабельном блочном исполнении заводского изготовления, обеспечивающем минимум монтажно-строительных работ на площадке заказчика.

4. При создании блоков ожижения отработаны конструктивные решения, технология изготовления, сборки и испытаний основного технологического оборудования, что позволяет в кратчайшие сроки создавать блочно-модульные установки ожижения природного газа с дроссельно-эжекторными циклами высокого давления с предварительным охлаждением и отдувкой низкокипящих компонентов производительностью в одной линии до 4 т/ч СПГ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Аполонский И.Ю.** Увеличение использования КПГ глазами потенциального инвестора // Информационный бюллетень № 1 (18) февраль 2005. № 1 (18). http://www.ngvrus.ru/st18_3.shtml.

2. **Повышение** эффективности установок сжижения природного газа малой производительности / И.Ф. Кузьменко, А.Л. Довбиш, В.А. Передельский и др. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2002. № 5. С. 29–31.

3. **Ходорков И.Л.** Первый в России типовой мини-завод по производству СПГ на АГНКС // Холодильный бизнес. 2001. № 4. С. 12–14.

4. **Соколов Е.Я., Бродянский В.М.** Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. М.: Энергоиздат, 1981. 320 с.

5. **Патент РФ** № 2355959. Способ извлечения низкокипящих компонентов природного газа при его сжижении в замкнутом контуре и установка для его осуществления / Р.В. Дарбинян, А.Л. Довбиш, В.А. Передельский, Е.И. Гуров, И.Ф. Кузьменко. Заявл. 15.10.2007. МКИ F25J1/00.

6. **Безруков К.В., Довбиш А.Л., Передельский В.А.** Блочная установка ожижения природного газа производительностью 1,5 т/ч // Технические газы. 2008. № 3. С. 67–70.

КОНВЕРСИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

Е.А. Артамонов, В.И. Завьялов, ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва,
В.Г. Щанкина, ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР", г. Новомосковск

Представлен обзор литературных данных, касающийся способов переработки попутных нефтяных газов. Рассмотрены: паровая и углекислотная конверсия метана, парциальное окисление метана, процесс Фишера-Тропша, синтез метанола, получение диметилового эфира, получение бензина из метанола. Изложены сведения о катализаторах для данных процессов.

Ключевые слова: переработка попутных нефтяных газов, синтез-газ, конверсия углеводородов, катализаторы.

CONVERSION OF HYDROCARBONS IN PROCESSING ASSOCIATED PETROLEUM GASES

E.A. Artamonov, V.I. Zav"yalov, JSC "Gazprom Promgaz", Moscow,
V.G. Shchankina, LLC "NIAP-Catalyst", Novomoskovsk

The review of the literature concerning the methods of processing associated petroleum gas is presented. Steam and carbon dioxide reforming of methane, the partial oxidation of methane, Fischer-Tropsch process, methanol synthesis, preparation of dimethyl ether production of gasoline from methanol are considered. Information about the catalysts for these processes is presented.

Keywords: recycling of associated petroleum gases, synthesis gas, the conversion of hydrocarbons, catalysts.

Одна из серьезнейших национальных проблем – это сжигание огромного количества попутного нефтяного газа (ПНГ) (до 50 млрд. м^3/год) в местах нефтедобычи, что приводит к большим экономическим потерям и создает угрозу для окружающей среды. Для решения этой проблемы предлагается создание инфраструктуры для отбора ПНГ, его транспортировки, очистки, сепарации и закачки в магистральные трубопроводы, что потребует колоссальных инвестиций. Другой путь – это переработка ПНГ в моторные топлива, метанол и другие ценные продукты непосредственно на нефтепромыслах [1].

В качестве основных направлений использования ПНГ рассматриваются:

извлечение целевых компонентов и фракций из ПНГ с получением сухого отбензиненного газа (СОГ), направляемого в газотранспортную систему, и жидких продуктов для химической переработки в высоколиквидную продукцию;

использование ПНГ для выработки электроэнергии;

сжижение метана, выделенного из ПНГ, и его реализация на рынке, в том числе для выработки тепла и электроэнергии;

закачка ПНГ в нефтяной коллектор для повышения нефтеотдачи пласта;

использование основного компонента ПНГ – метана – для производства химических продуктов, в том числе метанола, диметилового эфира (ДМЭ), синтетических жидких топлив (СЖТ).

Основные затраты (до 70 %) при производстве синтетического топлива приходятся на конверсию метана (паровую или углекислотную) в синтез-газ (H_2+CO), из которого затем получают целевые продукты.

В зависимости от дальнейшего использования синтез-газа можно получать смесь CO + H_2 разного состава. Для синтеза аммиака используют водород синтез-газа состава H_2:CO = 3:1, получающегося по реакции ПКМ. Для синтеза метанола и синтеза углеводородов по Фишеру-Тропшу необходим синтез-газ состава H_2:CO = 2:1. Для синтеза диметилового эфира – газ состава H_2:CO = 1:1. Состав получаемого синтез-газа также зависит от температуры, давления проведения процесса, используемого катализатора, объемной скорости, состава исходной смеси компонентов. Как правило, исходное углеводородное сырье (природный газ) очищают от сернистых соединений.

Большое значение для проведения данной реакции имеет экономическая составляющая: затраты возрастают с ростом объемов перерабатываемого газа.

Ниже приведены методы получения метана через синтез-газ, также используются различные комбинации этих трех реакций [2].

1. Паровая конверсия метана (ПКМ, паровой риформинг)

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 + 226\,кДж/моль.$$

2. Парциальное окисление метана (ПОМ, кислородный риформинг)

$$CH_4 + 1/2O_2 \Leftrightarrow CO + 2H_2 - 44\,кДж/моль.$$

3.Углекислотная конверсия метана (УКМ, сухой риформинг)

$$CH_4 + CO_2 \rightarrow 2CO + 2H_2 + 261\,кДЖ/моль.$$

Протеканию этих реакций сопутствует также паровая конверсия CO (ПКСО)

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 41\,кДж/моль.$$

Реакции ПКМ и УКМ – сильноэндотермические, реакции ПОМ и ПКСО – слабоэкзотермические. Остановимся подробнее на каждой из этих реакций.

Паровая конверсия метана

В настоящее время паровая конверсия метана является единственным крупномасштабным процессом переработки метана в синтез-газ и далее в аммиак и метанол. Широкое промышленное внедрение началось с 1962 г., когда перешли с угля как основного сырья химической промышленности на природный газ. Сначала использовали давление немного выше атмосферного, потом оно было поднято до 0,4...1,0 МПа, затем до 1,5...3,0 МПа. Реакция паровой конверсии метана в промышленности протекает на никелевом катализаторе при 900...1000 °С и объемной скорости 1000 $ч^{-1}$ вплоть до равновесной конверсии (90...98 %). Иногда проводят предконверсию на никелевом катализаторе при 350...550 °С, когда паровой конверсии подвергают в основном высшие углеводороды.

Синтез-газ состава H_2:CO=3:1, получающийся по реакции ПКМ, используется для синтеза аммиака [2].

Активными катализаторами паровой конверсии метана являются металлы VIII группы. Ряд активности: Rh > Ru > Ni > Ir > Pt, Pd >> Co > Fe.

Железо и кобальт в условиях ПКМ окисляются и дезактивируются, а благородные металлы дороги, поэтому единственным промышленным катализатором паровой конверсии является никель, нанесенный на различные носители [2].

В настоящее время имеется большое количество данных о различных свойствах катализаторов и каталитических реакциях [2, 3, 4, 9, 34, 35, 39, 43]. Подбор и улучшение большинства промышленных катализаторов, в том числе и катализаторов конверсии углеводородов из синтез-газа, проводится экспериментальным методом с использованием литературных данных, при этом необходимо учитывать, что катализ – явление специфичное и для каждого процесса должен быть разработан свой катализатор [2].

Парциальное окисление метана

Синтез-газ получают некаталитическим парциальным окислением метана, обычно при 3...10 МПа с использованием чистого O_2. Термин "парциальное окисление" (термическое или каталитическое) применяется для описания разнообразных экзо- и эндотермических реакций, включающий полное сжигание сырья CO_2 и H_2O, паровую конверсию, термический крекинг и ряд вторичных реакций. Суммарный процесс слабо экзотермичен, идет в газовой фазе через образование радикалов. Скорость реакции парциального окисления значительно выше, чем паровой конверсии метана, а себестоимость синтез-газа при парциальном окислении метана примерно в 1,5 раза ниже, чем при паровой конверсии [4].

Можно осуществлять паровое окисление метана (ПОМ) каталитическим путем при низкой температуре по двум реакциям: "непрямая" – сочетающая горение и риформинг углеводородов, "прямая" – с образованием CO и H_2 в первичных реакциях. В "непрямой" схеме вначале образуются CO_2 и H_2O, а затем непрореагировавший углеводород подвергается риформингу. В "прямом" механизме CO_2 и H_2O в первой стадии не образуются. Обычно реакция протекает по "непрямому" механизму и характеризуется резким подъемом температуры на входе в реактор. Высокая экзотермичность парциального окисления вызывает серьезные проблемы при выборе материала реактора. "Прямая" реакция слабо экзотермична. Ее удобно применять в пока еще не используемых в промышленных условиях реакторах, с очень малыми временами контакта [4].

Единственным заводом, в котором реализовано парциальное окисление метана кислородом, является завод по получению дизельного топлива фирмы "Shell" в Малайзии, где используется некаталитический гомогенный процесс. Реакция протекает при 1100...1300 °С до достижения термодинамического равновесия [4]. После очистки от H_2S и CO_2, синтез-газ состава H_2:CO = 2:1 поступает на синтез углеводородов, который протекает вплоть до обра-

зования высокомолекулярных воскообразных углеводородов. Затем на цеолитных катализаторах их подвергают крекингу и гидрокрекингу с получением дизельного топлива. При атмосферном давлении и соотношении CH_4:O_2 – 2:1 полная конверсия метана и получение газа состава H_2:CO = 2:1 достигаются при 750 °С. При более низких температурах получаемое соотношение H_2:CO выше двух. С ростом давления высокие выходы достигаются при более высоких температурах. Например, при давлении 1 МПа 80 %-я конверсия происходит при температуре выше 900 °С [4].

Наиболее распространенным катализатором в парциальном окислении метана, как и в ПКМ, является Ni/Al_2O_3 [4].

Высокой стабильностью в условиях ПОМ обладают перовскиты. Известен катализатор для получения синтез-газа путем селективного каталитического окисления углеводородов на основе смешанных оксидов со структурой перовскита. При температуре 600...800 °С и времени контакта 0,1...0,4 с достигают высокие конверсии метана и селективность по синтез-газу [5, 6]. При температуре испытания 800 °С катализатор показал 95 %-ю конверсию CH_4 и почти 100 %-ю селективность [6].

Реакцию парциального окисления метана осуществляют с использованием катализаторов на металлических носителях. В работе [7] представлены результаты исследования металлических катализаторов в виде сетки и ткани состава: Pt–10 % Rh. При атмосферном давлении, температуре ~1100 °С, были достигнуты высокие конверсии и селективности по CO и H_2.

Опубликован патент на катализатор селективного каталитического окисления углеводородов, содержащий благородный металл (не более 10 мас. %) и носитель, включающий металлическую основу из металлического хрома и/или сплава хрома и алюминия [8].

Недостатки метода ПОМ таковы:

1) высокая стоимость кислорода, составляющая ~50 % общей стоимости получения синтез-газа;

2) взрывоопасность (по имеющимся сведениям завод "Shell" в Малайзии взорвался);

3) возможность разрушения катализатора за счет локальных перегревов;

4) возможность образования углерода за счет газофазных реакций;

5) сооружение системы скрубберов для удаления сажи [2].

Углекислотная конверсия метана

Синтез-газ состава 1:1, получающийся по реакции CH_4+CO_2, нужен, например, для гидроформилирования, синтеза диметилового эфира, поликарбонатов. Изучение взаимодействия CH_4 с CO_2 представляет интерес также с точки зрения вовлечения в практику такого неисчерпаемого источника углеродного сырья, как диоксид углерода [9].

Углекислотная конверсия метана – еще более эндотермическая реакция, чем паровая конверсия. При температуре ниже 640 °С равновесие реакции сдвинуто в сторону CH_4+CO_2 (метанирования CO). Одновременно происходят паровая конверсия CO, а также образование углерода по реакции Будуара и при диссоциации метана [9].

В настоящее время не существует промышленной технологии получения синтез-газа методом углекислотной конверсии метана. Имеющиеся разработки чаще всего основаны на никелевых катализаторах, которые применяются в процессе парового риформинга, они не обладают достаточной селективностью и быстро дезактивируются вследствие образования углерода, который покрывает активные металлические центры в ходе катализа, и накапливаются в порах катализатора, вызывая деструктивные изменения и в конечном итоге – дезактивацию [10]. Фирма "Topsoe" разработала процесс "SPARG" (sulfur passivated reforming), в котором зауглероживание на Ni подавляется путем пассивации серой. Сера препятствует образованию больших ансамблей углерода и таким образом ингибирует углеотложение сильнее, чем реакцию УКМ [9].

Процесс углекислотной конверсии метана осуществляется при высоких температурах, поэтому площадь поверхности катализаторов будет неизбежно уменьшаться. Одним из важнейших требований, предъявляемым к катализаторам, является устойчивость к перепадам температур, термоударам. Желательно, чтобы они имели повышенную теплопроводность для уменьшения вероятности локальных перегревов [9].

Патентная литература, посвященная углекислотной конверсии метана, за последние 10 лет развита существенно меньше, чем научно-исследовательская. Это можно объяснить тем, что прикладные исследовательские работы, проводимые в частных компаниях, по-видимому, имеют закрытый характер. Помимо наиболее распространенного никеля (1...20 % мас.) [11] отчасти используется кобальт [12].

Очень широко используются металлы платиновой группы: платина, палладий, родий, иридий [13, 17]. Металлы платиновой группы на флюоритоподобных носителях [14] (диоксид циркония, смешанные оксиды церия и циркония) обладают нужной активностью и стабильностью за счет реализации бифункционального механизма реакции

(активации метана на металле, CO_2 на носителе с образованием карбонатных групп) [15]. Однако высокая стоимость ограничивает их применение.

В работе [16] показана принципиальная возможность использования карбидов Mo и W в качестве катализаторов УКМ. Однако, несмотря на достаточно высокую активность во всех трех реакциях конверсии метана, существенным недостатком является осуществление процесса только при высоких давлениях – при обычных давлениях карбиды дезактивируются вследствие окисления в оксиды Mo_2.

Большое внимание уделяется свойствам носителя для катализаторов углекислотной конверсии. Наиболее распространен оксид алюминия, также в качестве носителей используют цеолиты или другие алюмосиликаты с различным отношением Al–Ni/Si [18]. Для увеличения теплопроводности в качестве носителя используют фехраль (сплав Fe–Al–Cr), а также сплавы Ni_3Al [10], Fe_3Al [19], полученные самовоспламеняющимся высокотемпературным синтезом (СВС). Пористая структура также имеет большое значение. В работе [20] запатентован носитель, имеющий удельную поверхность не менее 25 м^2/г. Запатентован носитель [21], имеющий удельную поверхность более 1 м^2/г, объем пор 0,01...0,10 мл/г и диаметр пор 10...150 нм.

В настоящее время одним из главных направлений в решении проблемы поиска катализаторов УКМ является разработка улучшенных систем на основе никеля. В результате сочетание эффективных промоторов (La_2O_3, LiO_2 и даже оксида железа) с подходящими носителями (как La_2O_3, MgO, TiO_2 и CeO_2), использование новых методов приготовления (метод кристаллизации в твердой фазе, золь-гель метод, цитратный метод) [22] позволило разработать улучшенные никелевые системы, которые способствовали бы кинетическому ингибированию образования углерода на их поверхности в условиях, термодинамически благоприятных для углеотложения.

Автотермический риформинг метана

Автотермический риформинг – комбинированный процесс, сочетающий реакции парциального окисления и парового риформинга в одном реакторе. Сначала в зоне смесителя – горелки проводится экзотермический процесс парциального окисления сырья без катализатора. На данной стадии в процессе горения выделяется теплота, обеспечивающая проведение паровой конверсии, которая осуществляется в средней части аппарата – в зоне неподвижного катализатора на никелевой основе. Термин "автотермический"означает, что риформинг сырья протекает за счет энергии самой реакционной смеси, без подвода теплоты извне, то есть адиабатически. Состав реагирующих газов подбирается таким, чтобы проходящие реакции давали в сумме нулевой тепловой эффект (с точностью до тепловых потерь через стенки). Процесс горения происходит в самом потоке сырья, что исключает необходимость в оборудовании для передачи теплоты горения в процесс реакции. Температура выходящих из реактора газов находится в диапазоне 900...1100 °С. Давление может достигать 100 кг/см^2. В реакторе не образуется сажи, так как склонные к ее образованию соединения конвертируются на катализаторах. Основным продуктом процесса является синтез-газ, в котором H_2 и CO находятся в отношении H_2/CO = 2,0...2,5, а также CO_2, H_2O и небольшое остаточное содержание метана [23].

Высокая эндотермичность углекислотной конверсии метана, т.е. высокие энергозатраты, и низкая стабильность катализатора к закоксовыванию заставили искать возможность создания процесса получения синтез-газа в комбинации УКМ или ПКМ с экзотермическими процессами ПОМ или процессами глубокого окисления метана (ГКМ).

Для проведения смешанной конверсии $CH_4 + CO_2 + O_2$ выгодно использовать комбинацию активного катализатора глубокого окисления Pt/Al_2O_3 и катализатора ПКМ $Ni/MgO–Al_2O_3$. Последовательное расположение двух катализаторов (сначала Pt, а затем Ni) дало меньший эффект, чем смешение обоих катализаторов [2].

Фирма "Topsoe" предложила комбинацию некаталитической кислородной конверсии CH_4 в синтез-газ (900...1150 °С), но в зоне горения температура может достигать 1900 °С с ПКМ на Ni-катализаторе при той же температуре (900...1150 °С). Весь процесс протекает в одной керамической трубе при низком потреблении кислорода (O_2:CH_4 = = 0,55...0,60) [2].

Процесс Фишера-Тропша

Альтернативным вариантом химической переработки ПНГ является использование процесса Фишера-Тропша.

В настоящее время эксплуатируются в промышленном масштабе и находятся на стадии строительства около 25 установок получения синтетических топлив по Фишеру-Тропшу с использованием различных технологий. Основными продуктами являются пропан-бутановая фракция, бензин, дизельное топливо и продукты для нефтехимии (олефины) [24].

Химизм процесса протекает на кобальтовых катализаторах:

$$nCO + (2n+1)H_2 \rightarrow CnH_{2n+2} + nH + nH_2O,$$

$$n\,CO + 2n\,H_2 \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O;$$

на железных катализаторах по уравнению:

$$2n\,CO + (n+1)\,H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2} + nCO_2,$$

$$2n\,CO + n\,H_2 \rightarrow C_n\,H_{2n} + CO_2.$$

Побочными реакциями синтеза углеводородов из CO и H_2 являются гидрирование оксида углерода до метана:

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O + 214\,\text{кДж / моль}$$

и реакция Белла–Будуара:

$$2\,CO \rightarrow CO_2 + C.$$

С момента открытия синтеза углеводородов из оксида углерода и водорода было опубликовано большое число работ, посвященных влиянию состава катализатора и способа его приготовления на показатели этого синтеза. Наиболее подробно полученные результаты представлены в работах [25–28].

Каталитическое превращение синтез-газа в углеводороды в той или иной степени может осуществляться под действием большинства переходных металлов (групп VI, VII, VIII и 1Б) [29]. Однако для практических целей интерес представляют только железо, кобальт и рутений (и с известными ограничениями никель), которые способны превращать CO и H_2 преимущественно в высшие углеводороды с достаточно высокой общей производительностью. Для реального промышленного синтеза Фишера-Тропша целесообразно использовать только катализаторы на основе кобальта и железа. Никель высокоселективен по нецелевому метану и образует большое количество ядовитых летучих карбонилов. Рутений хотя и проявляет склонность к образованию высокомолекулярных полиметиленов [29], но осуществляет это при достаточно жестких условиях (100...200 МПа). Кроме того, он чрезмерно дорог для использования в качестве основного компонента катализатора (соотношение цен железо:кобальт:рутений выражается приблизительно как 1:200:30000).

Основные различия кобальт- и железосодержащих катализаторов синтеза Фишера-Тропша хорошо известны [29].

Кобальтовые катализаторы обычно применяются в процессах, протекающих в более мягких условиях, чем железосодержащие (200...240 °C и 0,1...1,0 МПа для первых, 250...300 °C и 2...4 МПа для вторых). На кобальтовых катализаторах выход олефинов небольшой, обычно 10...20 % от общего количества C_{2+}, на железосодержащих – 50 % и более [30], при этом обычно содержание олефинов в легких фракциях продуктов больше, чем в тяжелых. Побочная реакция конверсии водяного газа протекает на железных катализаторах более интенсивно, чем на кобальтовых. С другой стороны, эта реакция служит дополнительным источником водорода, так что железные катализаторы предпочтительнее кобальтовых, для работы на бедном синтез-газе: с низким содержанием водорода (получаемом, например, газификацией угля или биомассы). Торможение процесса Фишера-Тропша выделяющейся водой на кобальтовых системах наблюдается редко, на железосодержащих – практически всегда [31]. Обычно принято считать, что кобальтсодержащие системы менее производительны, чем железосодержащие. Однако это мнение не совсем верно и, по всей видимости, основывается на том, что кобальтовые катализаторы во избежание повышенного метанообразования, как правило, применяются при меньших температурах и давлениях синтез-газа. Если условия испытания катализаторов одинаковые, то кобальтовые катализаторы вполне могут оказаться значительно производительнее железных [31].

Распространено также стереотипное представление о предпочтительности использования в синтезе на железных катализаторах газа преимущественно с соотношением H_2:CO = 1:1. Поскольку образование CO_2 и H_2 при конверсии водяного газа протекает почти так же интенсивно, как и реакция Фишера-Тропша, это соотношение считается обоснованным с точки зрения суммарной стехиометрии процесса. Однако кинетические данные (например, [28]) свидетельствуют о том, что общая скорость синтеза Фишера-Тропша на железосодержащих катализаторах существенно уменьшается в присутствии CO. Следовательно, использование CO-обогащенного газа может привести к снижению общей активности катализатора, что может перекрыть положительный эффект (если он вообще есть) от изменения количественного соотношения образующихся углеводородов и CO_2. Можно предположить, что и на железных катализаторах в некоторых случаях целесообразно будет, как и на кобальтовых катализаторах, применять газ с большим содержанием водорода [31].

Катализаторы синтеза Фишера-Тропша, как и любые гетерогенные катализаторы, наряду с основным активным металлом, содержат ряд дополнительных компонентов – носителей и промоторов

(многие такие компоненты могут использоваться и как носитель, и как промотор, разница лишь в количественном соотношении с металлом). Роль компонентов при этом может быть следующая:

а) структурная – носитель и/или промотор обусловливает различную степень дисперсности частиц металла, а также вносит пространственные (в том числе внутридиффузионные) ограничения в протекание реакций на активном центре;

б) химическая – компонент существенно влияет на энергетические характеристики активных центров металла, т.е. по существу образует с металлом новое соединение или новую фазу. Если речь идет о носителях, то проявление такой функции обозначается как "сильное взаимодействие металл-носитель";

в) сорбционная – компонент способен адсорбировать реагенты (без их превращения) или продукты, которые могут накапливаться на его поверхности, если она достаточно развита. В дальнейшем в ходе поверхностной миграции (спилловера) реагенты могут переместиться к активным центрам катализатора и там претерпевать соответствующие превращения. Известен спилловер водорода, но не исключено, что миграции подвергаются и более тяжелые интермедиаты, например, метильные или гидроксиметильные группы;

г) сокаталитическая – компонент проявляет самостоятельную активность в каталитическом превращении веществ, участвующих в реакции (в общем случае, отличную от активности основного металла). Несомненный интерес для каталитического синтеза Фишера-Тропша представляют цеолиты [31].

Очевидно, многие соединения, вводимые в гетерогенные катализаторы, способны нести более чем одну из указанных функций, например, для цеолитов свойственна как первая, так и четвертая функция. Влияние промотора или носителя определяется, помимо его природы, количеством и способом введения в каталитическую систему. Четко подразделить функции разных компонентов, как правило, сложно, а в ряде случаев (для современного уровня изученности принципов гетерогенного катализа) и невозможно. К синтезу Фишера-Тропша, представляющему собой очень сложную реакцию, написанное относится в первую очередь [31].

Существует три разновидности осуществления процесса Фишера-Тропша:

1) использование реакторов с неподвижным слоем катализатора (процесс фирмы "ARGE");

2) с псевдоожиженным или псевдотранспортным слоем частиц катализатора (процесс фирмы "Kellog-Synthol");

3) со стационарным суспендированным в высококипящих продуктах катализатором (процесс фирм "Research Inc." и "Standard Oil"). Сопоставление трех разновидностей процесса Фишера-Тропша показывает, что для получения твердых парафинов более пригоден вариант процесса с псевдоожиженным слоем катализатора. Процессы с неподвижным и с суспендированным слоями катализатора обеспечивают получение более легких продуктов [32].

Особо следует отметить существенный шаг в сокращении габаритов аппаратуры при использовании вновь разработанных в Институте катализа СО РАН (под руководством д-ра хим. наук А.А. Хасина) мембранных реакторов, удельная производительность которых почти в 3 раза превосходит все известные типы реакторов [24]. Использование таких пористых каталитических мембран дает возможность решить ряд проблем, присущих традиционным реакторам Фишера-Тропша, а именно: обеспечить изотермичность реакционного объема, устранить лимитирование процесса массообмена газ–жидкость, избавиться от внутридиффузионного торможения. Единичный элемент реактора синтеза Фишера-Тропша на основе пористых каталитических мембран на производительность до 20 т жидких углеводородов в год представляет собой реакторный блок диаметром 120 мм и длиной 400 мм. На основе пористых каталитических мембран могут быть созданы экономически выгодные установки относительно небольшой единичной мощности 50...100 тыс. т в год. Полученные жидкие углеводороды могут транспортироваться по существующим нефтепроводам до мест потребления. Типовые капитальные затраты на создание установок ФТ с мощностью 350...700 тыс. т/год синтетического жидкого топлива (синтетической нефти) составляют обычно 500...1000 долл./1 тыс. т/год установленной мощности.

GTL технологии позволяют использовать природный газ для получения моторных топлив и продуктов основного органического синтеза и тем самым ослабить зависимость этих производств от колебаний нефтяного рынка. В перспективе открывается возможность диверсификации сырьевой базы энергетики и химической промышленности, более полного использования углеродсодержащих полезных ископаемых [33].

Однако процесс Фишера-Тропша не лишен серьезных недостатков. К числу этих недостатков относятся дороговизна и малая удельная производительность катализатора (кобальт на оксиде алюминия или железо) – 75...150 кг жидких углеводородов с 1 м^3 катализатора в час. Учитывая, что срок службы такого катализатора составляет 12 мес., получаем среднюю производительность равной

800–1000 кг продукта с 1 кг катализатора. "Искусственная нефть", полученная таким способом, не является товарным продуктом и нуждается в дальнейшей многоступенчатой квалифицированной переработке и "облагораживании" на полноценном НПЗ-крекинге, изомеризации, алкилировании. Это накладывает ограничения на экономически обоснованную минимальную мощность единичной установки. Также стоит отметить высокую зависимость рентабельности производства от конъюнктуры на нефтяном рынке [33].

Синтез метанола

Огромное значение имеет процесс получения из синтез-газа метанола – важнейшего продукта химической промышленности.

Получение метанола из синтез-газа впервые было осуществлено "BASF" в Германии в 1923 г. Процесс проводился под давлением 100...300 атм на оксидных цинк-хромовых катализаторах ($ZnO–Cr_2O_3$) в интервале температур 320...400 °С, производительность первой промышленной установки доходила до 20 т/сут. В дальнейшем разработаны более активные катализаторы на основе оксидов цинка и меди, которые позволили смягчить условия синтеза – снизить давление до 50...100 атм, а температуру – до 250 °С.

Суммарная реакция образования метанола является сильно экзотермичной:

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH.$$

Поскольку реакция протекает с уменьшением объема, повышение давления способствует увеличению конверсии синтез-газа [34].

Сам процесс производства метанола можно разделить на три этапа.

1. На первом этапе проводится очистка газа от серы. Этот процесс называют гидродесульфуризацией. За ним следует поглощение выделившегося сероводорода цинковыми поглотителями, очистка от серы необходима, так как сера является ядом для никелевых катализаторов конверсии природного газа.

2. На втором этапе осуществляется конверсия природного газа в синтез-газ (в основном паровая или пароуглекислотная). После охлаждения и конденсации водяных паров газ компримируют.

3. На третьем этапе осуществляется каталитический синтез метанола. Газ на выходе из реактора содержит 3...5 % CH_3OH, затем его охлаждают и конденсируют продукты реакции, а оставшийся газ смешивают с исходным газом и направляют снова в реактор. Получаемый метанол-сырец содержит также воду (не более 9 %), этанол, пропанол, бутиловые и амиловые спирты, диметиловый эфир и др.

4. Если метанол-сырец не является товарным продуктом, то его подвергают ректификации, на первом этапе отделяя легколетучие фракции, на втором – от воды и высококипящих элементов. Обычно содержание воды в товарном метаноле не превышает 0,08 %.

Перечисленные стадии применимы ко всем (почти ко всем) типам производств, и общая схема процесса верна вне зависимости от технологических решений [34].

Катализаторам синтеза метанола посвящено достаточно много обзоров, статей, обобщение данных в одной из таких работ [35].

В первых промышленных установках использовали цинк-хромовые оксидные катализаторы при 350...400 °С и 30 МПа. Катализатор получали смешением Cr_2O_3 и ZnO в присутствии воды. Активным компонентом является ZnO, а Cr_2O_5, по-видимому, структурный промотор, уменьшающий спекание оксида цинка, который и в отсутствие Cr_2O_3 катализирует синтез метанола.

В 1960-х гг. благодаря разработкам фирмы ICI (Imperial Chemical Industry) произошел повсеместный переход к медно-цинковым катализаторам (220...280 °С, 5...8 МПа). Подобные катализаторы были известны и ранее, но они высокочувствительны к сере, и лишь разработка высокоэффективных методов сероочистки позволила их применить. Состав катализаторов отличается разнообразием. Ведущие композиции: $CuO–ZnO–Al_2O_3$ [36] и $CuO–ZnO–Cr_2O_3$ [37], соотношение отдельных компонентов, природа и количество вводимых добавок меняется в широких пределах. Сообщается о положительном действии на катализаторы синтеза метанола различных оксидных добавок, например, MnO, ThO_2, B_2O_3 [38].

Активные катализаторы синтеза метанола – это оксиды цинка, меди, хрома, марганца, урана, бериллия и циркония. Некоторые их смеси более активны, чем чистые компоненты. В условиях синтеза метанола кобальт, никель, железо, платина и палладий ускоряют образование метана и свободного углерода. Не активны в синтезе метанола оксиды щелочноземельных металлов, магния, титана, тория, алюминия, кремния, молибдена, ванадия и вольфрама.

Медьсодержащие катализаторы подробно рассмотрены в многочисленных обобщающих и обзорных работах [38–48]. Согласно этим обзорам, наибольшее распространение получили композиции, приготовленные соосаждением растворов солей. Эти катализаторы полностью вытеснили цинкхромовые катализаторы.

Получение диметилового эфира

Метанол является также сырьем для производства диметилового эфира (ДМЭ), который может быть использован как экологически чистое дизельное топливо, топливо для энергетических установок, а также как пропеллент, заменитель фреонов [49]. Учитывая то, что физико-химические свойства ДМЭ аналогичны свойствам сжиженного нефтяного газа, процесс паровой конверсии ДМЭ с целью получения водорода для питания топливного элемента является серьезной альтернативой процессу паровой конверсии метанола [50].

Диметиловый эфир может быть получен с использованием одностадийного или двухстадийного способа. Одностадийный способ относится к синтезу диметилового эфира из синтез-газа [51].

Химизм протекания одностадийного способа:

$$3CO + 3H_2 \rightarrow CH_3OCH_3 + CO_2 + 245{,}7\ \text{кДж / моль};$$

$$CO + 2H_2 \Leftrightarrow CH_3OH + 90{,}8\ \text{кДж / моль};$$

$$2CH_3OH \Leftrightarrow (CH_3)_2O + H_2O + 23{,}4\ \text{кДж / моль};$$

$$CO + H_2O \Leftrightarrow CO_2 + H_2 + 40{,}9\ \text{кДж / моль}.$$

Двухстадийный способ синтеза является основным способом получения диметилового эфира во многих странах. В качестве сырья используется очищенный метанол, и достоинствами этого способа является меньшее количество побочных продуктов, высокая степень чистоты диметилового эфира, отработанная технология, универсальность оборудования и простота последующей обработки полученного продукта. Данный способ может использоваться непосредственно на заводе по производству метанола или на другом производственном предприятии, к которому подведены все необходимые инженерные коммуникации.

Двухстадийный способ осуществляют в две стадии: синтез метанола из синтез-газа и затем дегидратация метанола в присутствии катализатора (модифицированного кислотными добавками каолина при атмосферном давлении и 200...300 °С [52].

Химизм протекания процесса двухстадийного способа:

$$CO_2 + 3H_2 \rightarrow CH_3OH + H_2O\ \text{кДж / моль};$$

$$2CH_3OH \rightarrow CH_3OCH_3 + H_2O\ \text{кДж / моль};$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + 3H_2\ \text{кДж / моль}.$$

В дальнейшем диметиловый эфир может превратиться в смесь углеводородов (бензин), состоящую более чем на 50 % из ценных высокоразветвленных парафинов.

Процесс синтеза ДМЭ включает реакции гидрирования оксидов углерода до метанола, конверсии оксида углерода водяным паром и дегидратации метанола в ДМЭ. Для осуществления такого процесса необходимы катализаторы, обладающие полифункциональными свойствами, которые должны обеспечивать протекание всех перечисленных реакций. Наиболее используемыми катализаторами являются бифункциональные катализаторы, которые содержат на поверхности оба типа центров: кислотные центры для гидратации ДМЭ и медьсодержащие центры для паровой конверсии метанола.

В качестве бифункциональных катализаторов известны Cu/Al_2O_3, $Cu–Zn/Al_2O_3$, $Cu–Zn–Cr/Al_2O_3$, $Cu–Pd/Al_2O_3$, $Cu–Ru/Al_2O_3$, $Cu–Pt/Al_2O_3$, $Cu–Rh/Al_2O_3$, $Cu–Au/Al_2O_3$; $Cu/Ga_8Al_2O_{15}$ [53–57]. Реакцию осуществляют при температуре 350 °С, давлении 1 атм. Недостатком является невысокая производительность по водороду.

В большинстве случаев катализаторы получают соосаждением компонентов по нитратной технологии с последующей отмывкой осадков, их сушкой, прокаливанием и таблетированием, раздельным осаждением гидрирующих и дегидратирующих компонентов с последующим их смешением или с использованием их раздельно, путем загрузки в реактор чередующимися слоями катализатора, обладающего гидрирующей функцией, и дегидратирующего катализатора. При этом в состав катализатора входят карбонаты (основные карбонаты) или гидроксиды металлов, которые при последующей прокалке превращаются в оксиды (смешанные оксиды). Значительные затраты в производстве катализаторов таким способом связаны с расходом чистого конденсата или деминерализованной воды на отмывку осадков, сложности при дальнейшей переработке фильтрата и использовании промывных вод, содержащих примеси цветных металлов [58].

Значительный рост темпов производства метанола связан, с одной стороны, с расширяющимися сферами его применения и с другой – с возрастающим дефицитом природного сырья (нефть, газ). Возможные процессы переработки метанола: формальдегид, метиламины, диметиламины, диметилсульфат, метилакрилат, диметилакрилат, метилгалогениды, метил-третбутиловый эфир, низшие олефины, высокооктановый бензин, топливо, растворители, спирты.

Метанол – в бензин

Процесс превращения метанола в углеводороды приобрел актуальность в связи с ограниченностью ресурсов нефти и возможностью использования в качестве первичного сырья природного газа и угля

[59]. Процесс превращения метанола в углеводороды можно представить схемой:

$CH_3OH \leftrightarrow CH_3OCH_3 + H_2O \rightarrow C_2 - C_5 + H_2O \rightarrow$ парафины, олефины, ароматические углеводороды.

Диметиловый эфир и олефины являются реальными промежуточными продуктами, они образуются и расходуются в процессе. Дегидратация метанола с образованием диметилового эфира – быстрая реакция, состав продуктов соответствует равновесному. Образование углеводородов из оксигенатов более медленная стадия, включающая автокатализ. При давлении 0,1 МПа и объемной скорости подачи сырья около 1 $ч^{-1}$ метанол превращается практически полностью при температуре около 370 °С [59].

Сотрудники "Mobil" создали новый класс синтетических высококремнеземных цеолитов, названных ZSM-5. Использование этих цеолитов в качестве катализаторов открыло возможность превращения метанола в смесь алифатических и ароматических углеводородов при температуре 350...400 °С и давлении 15 атм. Уникальная структура синтетических цеолитов (определенный размер пор и каналов) ограничивает число атомов углерода в полученной смеси углеводородов до 11 (фракция C_5–C_{11}), и эта смесь выкипает в пределах температур, характерных для бензиновой фракции [34, 60]. Использование цеолитов группы пентасилов для получения катализаторов для промышленных процессов синтеза углеводородов из оксигенатов и синтез-газа обусловлено достаточно высокой стабильностью в этих реакциях, намного превосходящей стабильность цеолитов других структурных групп. На цеолитах группы пентасилов, характеризующихся наличием в структуре 10-членных кислородных колец и сильных кислотных центров, метанол количественно превращается в воду и смесь углеводородов C_1...C_{10}. Углеводороды, полученные из метанола на протонированных цеолитах типа ZSM-5, включают в основном пропан (около 16 % мас., далее указаны приблизительные величины), бутаны (25 %), изо-пентан (8 %), алифатические углеводороды C_6...C_{10} (4 %), толуол (10 %), ксилолы (17 %), алкилбензолы C_9...C_{10} (11 %), а также в небольшом количестве циклопарафины, циклоолефины, нафталин и алкилнафталины. Состав продуктов зависит от условий реакции и от состава катализатора, жидкий продукт практически соответствует высокооктановому бензину. Такой "метанольный" бензин, получаемый в процессе "Mobil", имеет октановое число 92...95 и обладает более высоким качеством по сравнению с бензином, получаемым по методу Фишера-Тропша. Процесс образования бензина из метанола на катализаторе ZSM-5 протекает через стадию дегидратации метанола в диметиловый эфир, который далее превращается в смесь углеводородов (бензин), состоящую более чем на 50 % из ценных высокоразветвленных парафинов [34].

Особенностью реакции конверсии метанола в углеводороды является высокий экзотермический эффект – 300...400 ккал/кг метанола в зависимости от состава продуктов. При 400 °С такой тепловой эффект приводит к адиабатическому повышению температуры до 650 °С. Разогрев катализатора приводит к быстрой его деактивации и даже разрушению, а также к нежелательному изменению распределения продуктов реакции. Кроме того, цеолитный катализатор, используемый для получения углеводородов из метанола, чувствителен к действию воды. Чем выше температура экспозиции, тем ниже допустимое давление водяного пара для сохранения активности катализатора [61].

При разработке методов переработки ПНГ необходимо учитывать сложность транспортировки любых продуктов и энергетических потоков в российских условиях. И, несмотря на кажущуюся привлекательность глубокого передела такого ценного химического сырья, каким является ПНГ, в условиях подавляющего большинства удаленных нефтедобывающих регионов экономически приемлемая утилизация ПНГ должна основываться на его конверсии в такой продукт, как синтетическая нефть (синтетические жидкие углеводороды), реализуемый в составе и по цене добываемой нефти [62].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Усачев Н.Я., Харламов В.В., Казаков А.В., Беланова Е.П.** Новое решение конверсии попутного нефтяного газа в синтез-газ-полупродукт для производства моторных топлив, метанола и других ценных соединений // Инновационные технологии переработки и использования попутного нефтяного газа. Сб. матер. науч.-экспертного совета при председателе Совета Федерации Федерального Собрания РФ (2010). С. 126–133.
2. **Крылов О.В.** Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.
3. **Арутюнов В.С., Крылов О.В.** Окислительные превращения метана. М.: Наука, 1998.
4. **Крылов О.В.** Промышленные методы получения водорода // Катализ в промышленности. 2007. № 2. С. 13–23.
5. **RU 2204434.** (2001112828/04,08.05.2001). Катализатор и способ получения смеси водорода и оксида углерода.
6. **RU 2144844.** (97107450/04, 06.05.1997). Катализатор (его варианты) и процесс получения синтез-газа.
7. **Hickman D.A., Schmidt J.D.** Synthesis gas formation by direct oxidation of methane over Pt monoliths // J. Catal. 1992. № 138. P. 267.
8. **RU 2292237.** (2005124246/04,29.07.2005). Катализатор, способ его приготовления и способ получения синтез-газа.
9. **Крылов О.В.** Углекислотная конверсия метана в синтез-газ // Российский химический журнал. 2000. № 1. С. 19–34.

10. **RU 2349380.** (2007133862/04,10.09.2007). Катализатор и способ получения синтез-газа углекислотной конверсией метана.

11. **Potdar H.S., Roh H.-S. et al.** Carbon dioxide reforming of methane over co-precipitated Ni–Ce–ZrO_2 catalysts, // Catal. Lett. 2002. № 84. P. 95.

12. **Zhang J., Wang H., and Dalai A.K.** Kinetic Studies of Carbon Dioxide Reforming of Methane over Ni–Co/Al–Mg–O Bimetallic Catalyst // Ind. Eng. Chem. Res. 2009. № 48. P. 677.

13. **Verykios X.E.** Mechanistic aspects of the reaction of CO_2 reforming of methane over Rh/Al_2O_3 catalyst // Applied Catalysis A: General. 2003. № 255. P. 101.

14. **O Connor A.M., Schuurman Y., Ross R.H., Mirodatos C.** Transient studies of carbon dioxide reforming of methane over Pt/ZrO_2 and Pt/Al_2O_3 // Catalysis Today. 2006. № 115. P. 191.

15.**Verykios X.E.** Catalytic dry reforming of natural gas for the production of chemicals and hydrogen. Int. J. Hydrogen Energy 28 (2003), p.1045.

16. **Sehested J., Jacobsen C.J.H., Rokni S., and Rostrup-Nielsen J.R.** Activity and Stability of Molybdenum Carbide as a catalyst for CO_2 Reforming // Journal of Catalysis. 2001. V. 201. P. 206–212.

17. **Verykios X.E.** Mechanistic aspects of the reaction of CO_2 reforming of methane over Rh/Al_2O_3 catalyst // Applied Catalysis A: General. 2003. V. 255. P. 101.

18. **Kroll V.C.H., Swaan H.M., Lacombe S., Mirodatos C.** Methane reforming reaction with carbon dioxide over Ni/SiO_2 catalyst. II: A mechanistic study // J. Catal. 1997. V. 164. P. 387.

19. **RU 2351392.** (2007133780/04,10.09.2007). Катализатор и способ углекислотной конверсии легких углеводородов.

20. **US 6852668.** (A, 2003.06.05). Catalyst for hydrocarbon reforming reaction.

21. **US 7056488.** (A, 2002.03.13). Controlled-pore catalyst structures and process for producing synthesis gas.

22. **Hu Y.H., Ruckenstein E.** Catalytic Conversion of Methane to Synthesis Gas by Partial Oxidation and CO_2 Reforming // Adv. Catal. 2004. V. 48. P. 297–345.

23. **Кротов М.Ф., Коробцев С.В., Фатеев В.Н., Самсонов Р.О., Козлов С.И.** Производство водорода из органического сырья // Энергия: Экономика, техника, экология. 2011. № 11. С. 2–10.

24. **Пармон В.Н., Носков А.С.** Каталитические методы подготовки и переработки попутных нефтяных газов // Инновационные технологии переработки использования попутного нефтяного газа: сб. матер. науч.-экспертного совета при председателе Совета Федерации Федерального Собрания РФ. 2010. С. 104–113.

25. **Storch H., Golumbic N., Anderson N.** The Fischer-Tropsch and related sintheses. 1951. 504 p.

26. **Anderson W.** The Fischer-Tropsch Synthesis. Academic Press. 1984.

27. **Химические** вещества из угля / под ред. Ю. Фальбе. М.: Химия, 1980.

28. **Хенрици-Оливэ Г., Оливэ С.** Химия каталитического гидрирования СО. М.: Мир, 1987.

29. **Елисеев О.Л.** Технологии "газ в жидкость" // Российский химический журнал. 2008. № 6. С. 53–63.

30. **RU 2299764.** (2004136847/04,15.05.2002). Катализатор Фишера-Тропша, полученный при использовании высокочистого железосодержащего предшественника (варианты).

31. **Сливинский Е.В., Клигер Г.А., Кузьмин А.Е., Абрамова А.В., Куликова Е.А.** // Российский химический журнал. 2003. № 6. С. 12–29.

32. **www.chemanalitica.ru/library.**

33. **http://wwwgazcompany.ru/gaz-pngfull.html.** Альтернативные комплексные технологии переработки попутных нефтяных газов. ЗАО "Национальная газовая компания".

34. **Караханов Э.А.** Синтез-газ как альтернатива нефти. II. Синтезы на основе метанола // Соровский образовательный журнал. 1997. № 12. С. 68.

35. **Розовский А.Я., Лин Г.И.** Теоретические основы процесса синтеза метанола. М.: Химия, 1990. 272 с.

36. **RU 2282496.** (2004138159/04, 28.12.2004). Способ приготовления медьцинкалюминиевого катализатора (варианты).

37. **RU 227991.** (2005106740/04, 14.03.2005). Износоустойчивый медьсодержащий катализатор для низкотемпературного синтеза метанола при низком давлении.

38. **Клабуновский Е.И., Мордвин В.П., Крылов О.В.** Катализаторы конверсии метанола в синтез-газ // Катализ в промышленности. 2004. № 6. С. 3–9.

39. **Караваев М.М., Леонов В.Е., Попов И.Г., Шепелев Е.Т.** Технология синтетического метанола. М.: Химия, 1984. 6 с.

40. **Долгов Б.Н.** Катализ в органической химии. Л.: Госхимиздат, 1959. 808 с.

41. **Фальбе Ю.** Химические вещества из угля: пер. с нем. / под ред. И. В. Калечица. М.: Химия, 1980. 422 с.

42. **Kotowski W.** Przem. Chem. 1982. V. 61. № 9. 292 p.

43. **Караваев М.М., Мастеров В.П.** Производство метанола. М.: Химия, 1973. 160 с.

44. **Asinger F.** Methanol-Chemie- und Energierohstoff / Die Mobilisation der Kohle Berlin–Heidelberg–New York–London–Tokyo. 1986. № 2. 186 p.

45. **Kupiec S.** Prem. Chem. 1980. V. 59. № 2. P. 80.

46. **Kune H.J.** Catal. Rev.-Sci. Eng. 1980. V. 22. № 2. P. 235.

47. **Klier K.** Adv. Catal. 1982. V. 31. P. 243.

48. **Giotti G., Boccuzzi F.** Catal. Rev.-Sci. Eng. 1987. V. 29. № 2–3. P. 151.

49. **LiuZhi-jian, Liao Jian-jun, Tan Jing-pin, Li Da-dong.** Исследование цеолитных катализаторов синтеза диметилового эфира из метанола // Petrochem. Technol. 1999. № 4. С. 236–240.

50. **RU 2286210.** (2005132125/04, 17.10.2005). Бифункциональный катализатор и способ получения обогащенной по водороду газовой смеси из диметилового эфира.

51. **Zheng Jingzhi, Mao Llqiu, Yin Dulin, Wen Bin, Zhang Juewu, Gan Jun.** Изучение каталитического синтеза диметилового эфира из метанола с использованием модифицированного каолина // Hunan huagong. 2000. № 1. С. 9–10.

52. **Yamada Y., Ueda A., Shioyama H., Kobayashi T.** Appl. Catal. A: Gen. 2005. V. 286. P. 11.

53. **Takeishi K., Suzuki H.** Steam Reforming of Dimethyl Ether // Applied Catalysis A: General. 2004. 260. P. 111.

54. **JP 2002263504** (A2, 17.09.2002). Method for manufacturing steam reforming cataiyst of dimetil ether and steam reforming catalyst manufactured thereby.

55. **JP 2003038957** (A2, 12.02.2003). Catalyst for reforming dimethyl ether and method for producing hydrogen containing gas using the same.

56. **Ляхин Д.В., Какичев А.П., Овсиенко О.Л., Морозов Л.Н.** VI Российская конференция "Научные основы приготовления и технологии катализаторов", 4–9 сентября 2008. Т. 2. С. 144–145.

57. **RU 2218988** (2002101353/04–09.01.2002). Катализатор и способ получения диметилового эфира и метанола из синтез-газа.

58. **RU 2203215** (96115342/12, 19.07.1996). Способ получения богатого водородом газа.

59. **Капустин М.А., Нефедов Б.К.** Технологические процессы получения высокооктанового бензина из метанола. М. 1982. С. 44.

60. **RU 2352552** (2007140337/04, 01.11.2007). Катализатор гидроформилирования олефинов C_2–C_{20}. Способ получения альдегидов C_3–C_{21}.

61. **Миначев Х.М., Кондратьев Д.А.** Успехи химии. 1983. Т. 11. С. 1921–1973.

62. **Арутюнов В.С.** Российский химический журнал.2010. № 5. С. 3.

УДК 629.113.6/5

ГАЗОВАЯ АППАРАТУРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДАЧИ СУГ

В.И. Ерохов, профессор Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), д-р техн. наук, заслуженный деятель науки РФ

Приведены конструктивные и функциональные особенности топливной аппаратуры нового поколения для работы на сжиженном углеводородном газе (СУГ). Изложены особенности конструкции и принцип действия топливной аппаратуры и основных ее компонентов. Приведены принципиальные и конструктивные схемы функциональных элементов системы питания СУГ нового поколения. Дана оценка технической, социально-экономической и экологической эффективности системы питания нового поколения при работе на СУГ.

Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, газовая аппаратура, принципиальная схема системы питания, конструктивные особенности газовой аппаратуры, особенности работы функциональных элементов газовой аппаратуры, параметры и характеристики топливной аппаратуры, электронный блок управления, система управления двигателя.

GAS EQUIPMENT FOR SUBMISSION OF A NEW GENERATION OF LPG

V.I. Erohov, Professor of the Moscow State Engineering University (MAMI), PhD, Honored Worker of Science

Constructive and functional features of a new generation of fuel injection equipment for liquefied petroleum gas (LPG). Set out design features and operating principle of the fuel equipment and its main components. Shows a schematic diagram of the functional and structural elements of a new generation of supply of LPG. The estimation of technical, socio-economic and environmental efficiency of the power supply system of the new generation at work on LPG.

Keywords: LPG, gas appliances, the concept of power systems, gas equipment design features, the features of the functional elements of the gas apparaturyparametry and characteristics of the fuel equipment, electronic control unit, engine control system.

В большинстве Европейских стран, США и Японии повышенное внимание уделяют вопросам создания эффективных и безопасных конструкций газобаллонных автомобилей.

Газовая аппаратура нового поколения оснащена элементами микропроцессорной техники. Фирмы VW, MAN (Германия); Lovato, Tartarini (Италия) разработали для бензиновых двигателей принципиально новую газовую аппаратуру с электронным управлением процессами топливоподачи при помощи бортового компьютера.

Фирма VW (Германия) разработала высокотехнологичную систему впрыска СУГ, которая успешно эксплуатируется на российском рынке газовой аппаратуры [1, 2].

Принципиальная схема установки для работы на сжиженном углеводородном газе фирмы "VW" (Германия) легковых автомобилей приведена на рис. 1.

Высокотехнологичная система впрыска газа фирмы VW (Германия) легковых автомобилей представляет собой систему четвертого поколения. Она содержит заправочный штуцер *40*, газовый баллон *2* со стаканом-успокоителем (мультиклапаном) *6*, газовый редуктор-испаритель *14* с клапаном высокого давления испарителя *16*, газовый фильтр *18*, газовую распределительную магистраль *20* с ЭМФ *21* и датчиком *23* газовой магистрали, впускной трубопровод *26* с дозаторами *28* и датчиком, электронный блок управления газобаллонной установкой *34* с электрическим разъемом *33* исполнительных механизмов и разъемом датчиков *37*, аккумуляторную батарею, катушку зажигания и электрические цепи, клавишу с указателем запаса газа и клавиша *30* с указателем запаса газа *31* и переключателем вида топлива и систему управления.

Газовые магистрали обеспечивают заправку газового баллона, а затем подачу СУГ в систему питания двигателя. Магистрали включают заправочный трубопровод высокого давления *38* (контур высокого давления) и магистраль низкого давле-

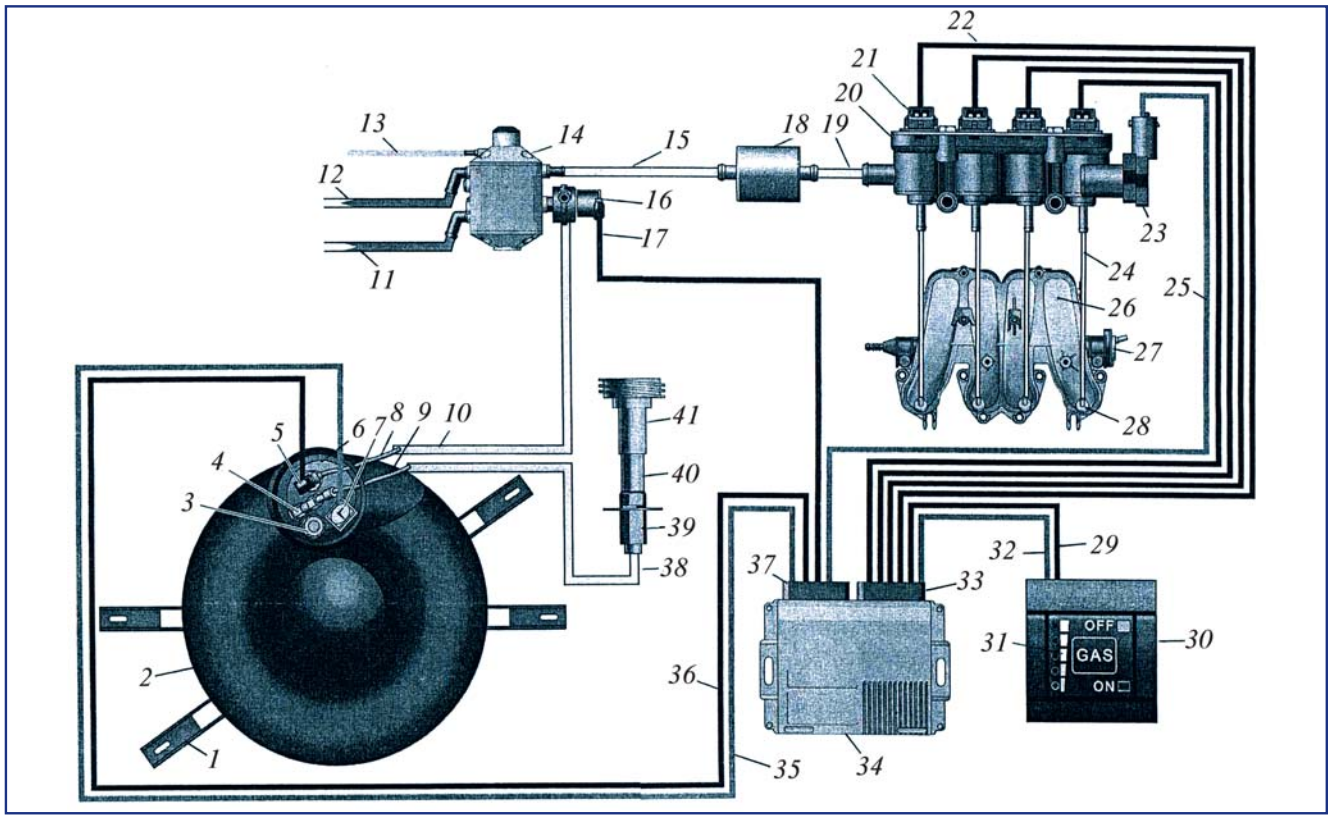


Рис. 1. *Принципиальная схема установки для работы на сжиженном углеводородном газе:*
1 – опора баллона; *2* – газовый баллон; *3* – предохранительный клапан; *4* – клапан контроля максимального наполнения баллона; *5* – электромагнитный клапан газового баллона; *6* – стакан-успокоитель (мультиклапан); *7* – датчик указателя запаса газа; *8* – газовый трубопровод; *9* – газовый трубопровод; *10* – магистральный трубопровод высокого давления; *11* – магистраль подачи охлаждающей жидкости; *12* – магистраль отвода охлаждающей жидкости; *13* – вакуумный трубопровод; *14* – редуктор-испаритель; *15* – магистраль низкого давления; *16* – клапан высокого давления испарителя; *17* – сигнальный трубопровод клапана высокого давления; *18* – газовый фильтр; *19* – магистраль низкого давления; *20* – распределительная магистраль (рампа); *21* – электромагнитный клапан; *22* – сигнальные провода ЭМФ; *23* – датчик магистрали; *24* – магистраль низкого давления газа; *25* – сигнальный провод датчика газораспределительной магистрали; *26* – впускной трубопровод; *27* – датчик; *28* – форсунка; *29* – сигнальный провод; *30* – клавиша с указателем запаса газа; *31* – переключатель газа; *32* – сигнальный провод датчика; *33* – разъем; *34* – блок управления газобаллонной установкой; *35* – сигнальный провод датчика цепи датчика указателя расхода газа; *36* – сигнальный провод клапана газового баллона; *37* – разъем; *38* – магистральный заправочный трубопровод; *39* – штуцер; *40* – газозаправочный штуцер; *41* – адаптер

ния *15* (контур низкого давления). В контуре высокого давления магистрали размещены в защитной оболочке, а в контуре низкого давления применяют шланги из специальной пластмассы.

Магистраль низкого давления содержит гибкие шланги *24*, исключающие возможность повреждения из-за периодической их деформации. Все магистрали высокого давления и их соединительные элементы изготовлены из меди и расположены преимущественно в салоне автомобиля.

Газовый баллон содержит предохранительный клапан *3*, клапан контроля максимального наполнения баллона *4*, электромагнитный клапан газового баллона *5*, стакан-успокоитель (мультиклапан) *6* и датчик *7* указателя запаса газа.

Баллон изготовлен из стали толщиной 3,5 мм и отвечает высоким требованиям безопасной эксплуатации. Он обладает высокой прочностью и термостойкостью. Баллон расположен в нише для запасного колеса и наилучшим образом защищен от возможных повреждений и негативного воздействия погодных условий. Опоры *1*, на которых установлен баллон, выполнены таким образом, что при столкновении они не разрушаются, а деформируются определенным образом, воспринимая энергию столкновения.

Вместимость баллона для СУГ составляет 50 л. При заполнении его на 80 % клапан контроля максимального наполнения прекращает подачу газа. Количество СУГ, которое можно заправить в баллон, зависит от температуры. При температуре наружного воздуха 15 °С баллон вмещает 40 л СУГ.

Баллон снабжен безопасными опорами. В случае столкновения опоры баллона не отламывают-

ся, а деформируются, поглощая энергию столкновения. Для этого в конструкции опор предусмотрены места контролируемой деформации.

Каждый баллон подвергается тщательному контролю и ему присваивается изготовителем индивидуальный номер. Каждый баллон проходит шестиступенчатый контроль безопасности и получает соответствующий сертификат.

После 10 лет эксплуатации в рамках обычного технического осмотра выполняется комплексная проверка технического состояния баллона. Решение о замене баллона принимается по результатам проверки.

Клапан контроля максимального наполнения *4* в баллоне обеспечивает автоматическое прерывание *6* подачи СУГ в баллон при заполнении его на 80 %,что обеспечивает в баллоне достаточное свободное пространство для расширения газа. Встроенный обратный клапан предотвращают выход газа наружу при окончании заправки.

Предохранительный клапан обеспечивает максимально возможное давление в газовом баллоне. Степень наполнения баллона определяют по контрольному клапану (вентилю). Предохранительный клапан *3* в баллоне для СУГ служит для предотвращения разрушения газового баллона при существенном увеличении давления в нем, например, вследствие повышения температуры. Специальные шланги выводят стравливаемый газ наружу автомобиля, предотвращая его попадание в салон автомобиля. Когда давление в баллоне достигает 2,75 МПа, клапан открывается механически и остается открытым до тех пор, пока давление не нормируется.

Опоры *1* баллона выполнены таким образом, что при столкновении не разрушаются, а деформируются, воспринимая энергию столкновения. Баллон обладает высокой прочностью и термостойкостью.

Газозаправочный штуцер *40* снабжен обратным клапаном, выполненным в виде подпружиненного шарика и предотвращающим выход газа из магистрали после заправки. На заправочный штуцер *40* накручивается адаптер *41*, обеспечивающий при заправке соединение с заправочным пистолетом. Газозаправочный штуцер установлен под лючком рядом с заправочной горловиной топливного бака (бензина) и соединен с газовым баллоном газовой магистралью.

Обратный клапан обеспечивает возможность потока СУГ в одном направлении в баллон и не допускает его перетекание в обратном направлении. Обратный клапан открывается при подаче снаружи давления. Использование в контуре гибких газовых шлангов *15*, *19* предотвращает их повреждение из-за периодической деформации.

Клапан высокого давления автоматически прерывает подачу газа при остановке двигателя, при работе двигателя на бензине, а также в случае аварии.

Газовый редуктор и испаритель СУГ объединены в одном блоке, что повышает эффективность его работы и снижает массу.

Газовый редуктор-испаритель *14* содержит клапан высокого давления, входной *11* и выходной *12* штуцеры теплоносителя, выходной штуцер газа и вакуумный трубопровод *13*. В редукторе-испарителе *14* применяют формованные эластичные мембраны, допускающие большой свободный ход и обеспечивающие необходимый состав горючей смеси, высокую надежность их работы.

Клапан высокого давления *16* испарителя автоматически прерывает подачу газа в случае остановки двигателя или его работы на бензине, а также в случае аварии.

Газовый фильтр *18* установлен между испарителем и газовой распределительной магистралью. Он служит для защиты клапанов подачи газа и отфильтровывает из газа мельчайшие твердые частицы. Газовый фильтр подлежит замене через каждые 30 000 км пробега. При установке газового фильтра нужно помнить, что маркировка направления потока газа на корпусе фильтра должна совпадать с направлением потока газа.

Электронный блок *34* управления через разъем и электрическую цепь сообщен с датчиками газобаллонной установки. ВТ *26* содержит места установки элементов газовой распределительной аппаратуры и ЭМФ *21*.

Электромагнитный газовый клапан *5* автоматически прерывает подачу газа при остановке двигателя, при работе на бензине, а также в случае аварии.

Магистральный трубопровод *10* высокого давления и их соединительные элементы изготовлены из меди и проходят преимущественно вне салона автомобиля. ЭМФ *21* открываются только при получении управляющего сигнала от ЭБУ газобаллонной установки.

Принципиальная схема стакана-успокоителя СУГ приведена на рис. 2.

Стакан-успокоитель содержит блок клапанов *4* с днищем *8* и закрыт крышкой *5*. Стакан-успокоитель предназначен и для обеспечения бесперебойной подачи СУГ во всех дорожных ситуациях, например, при движении в гору или при прохождении поворотов.

В верхней части стакана-успокоителя имеется штуцер *6* для трубки забора топлива в испаритель. В нижней и боковой частях успокоителя также сделаны отверстия *10*, обеспечивающие подачу СУГ в успокоитель.

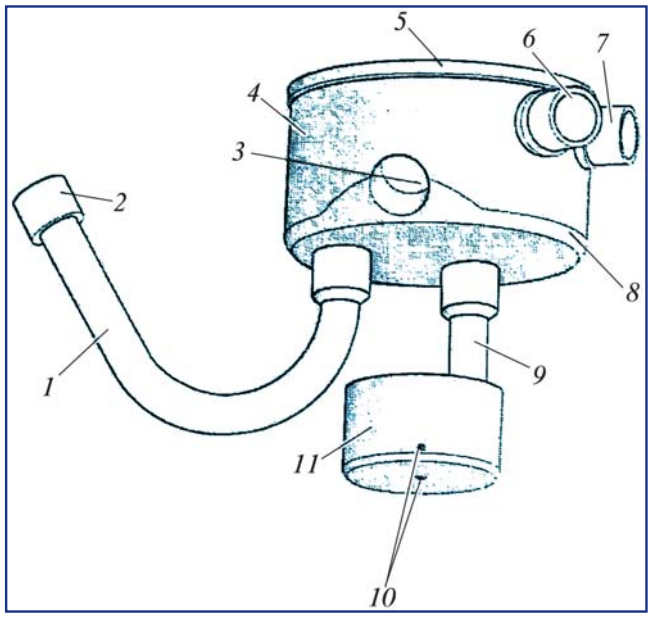


Рис. 2. *Общий вид стакана-успокоителя:*
1 – вентиляционная трубка; *2* – заборник; *3* – технологическая заглушка; *4* – блок клапанов газового баллона; *5* – крышка; *6* – штуцер к испарителю; *7* – штуцер от заправочного штуцера; *8* – днище; *9* – заборник СУГ к клапану газового баллона; *10* – впускные отверстия; *11* – цилиндр (успокоитель)

Вентиляционная трубка *1* ведет к предохранительному клапану в блоке клапанов.

Стакан-успокоитель представляет собой устройство, предназначенное для наполнения ГСН газового баллона, автоматического прекращения заправки при заполнении объема баллона на 80 % с герметичной отсечкой баллона от заправочной магистрали (выполняется автоматически); обеспечения подачи СУГ в газовую систему питания двигателя, ограничения истечения газа при аварийном обрыве магистрального трубопровода, визуального контроля за уровнем СУГ в баллоне (непосредственно на баллоне и дополнительно в кабине водителя при наличии дистанционного указателя уровня), стравливания повышенного давления ГСН в баллоне вследствие его нагрева или пожара. Блок арматуры предназначен для заполнения баллона СУГ на 80...85 % от полного его объема, выдачи паровой или жидкой фазы топлива из баллона на работу двигателя, ограничения давления газа в баллоне 1,6 МПа и организацию вывода газа из баллона при повышении давления свыше допустимого, автоматического прекращения расхода газа при обрыве трубопровода. Стрелочное устройство блока управления арматуры обеспечивает визуальный контроль количества топлива, заправляемого в баллон.

Клапан газового баллона установлен в блоке клапанов и обеспечивает прерывание подачи газового топлива (рис. 3).

Конструктивно он представляет собой электромагнитный клапан, открываемый ЭБУ газобаллонной установки во время работы двигателя на газе. Электромагнитный клапан содержит корпус *6* с катушкой *4* и якорь *3*, нагруженный пружиной *5*, и запорный элемент *8*, перекрывающий канал *9* газового баллона.

При переключении на работу на бензине, при выключении двигателя, в случае аварии (распознавание столкновения) или при отказе электропитания уплотнительный клапан *2* автоматически закрывается, и поступление СУГ к испарителю прекращается (рис. 3, *а*).

Под воздействием усилия пружины *5* клапан *2* прижимается к седлу канала сообщения с газовым

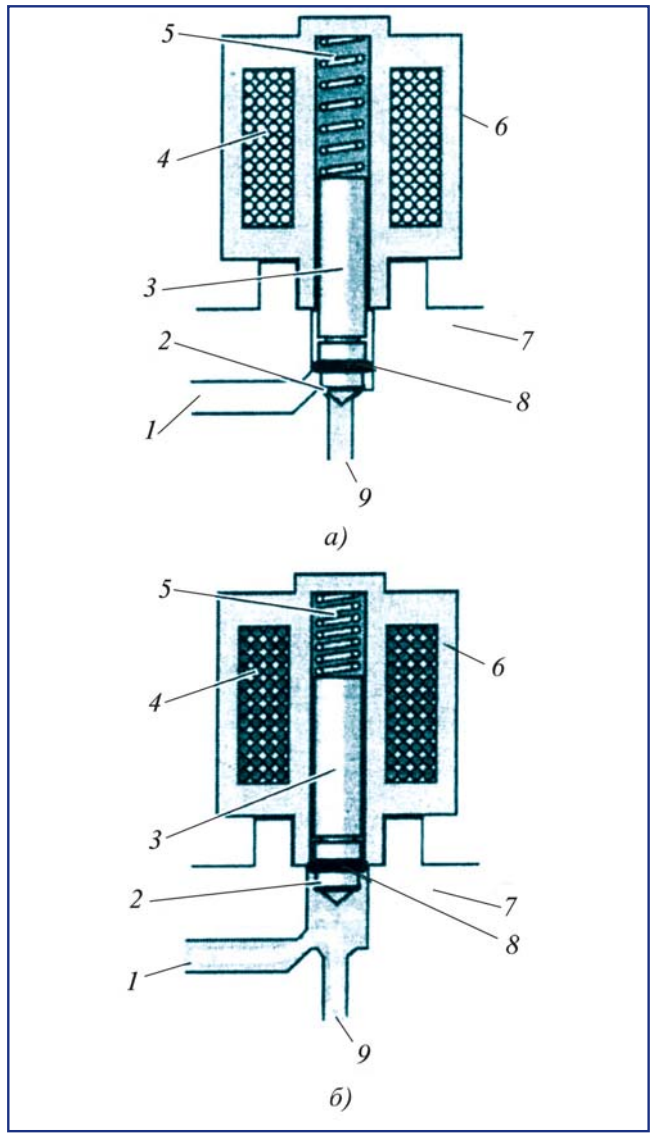


Рис. 3. *Клапан газового баллона:*
1 – канал подачи газа к испарителю; *2* – уплотнительный клапан; *3* – якорь; *4* – катушка; *5* – пружина; *6* – корпус клапана; *7* – полость баллона; *8* – уплотнитель; *9* – канал сообщения с газовым баллоном

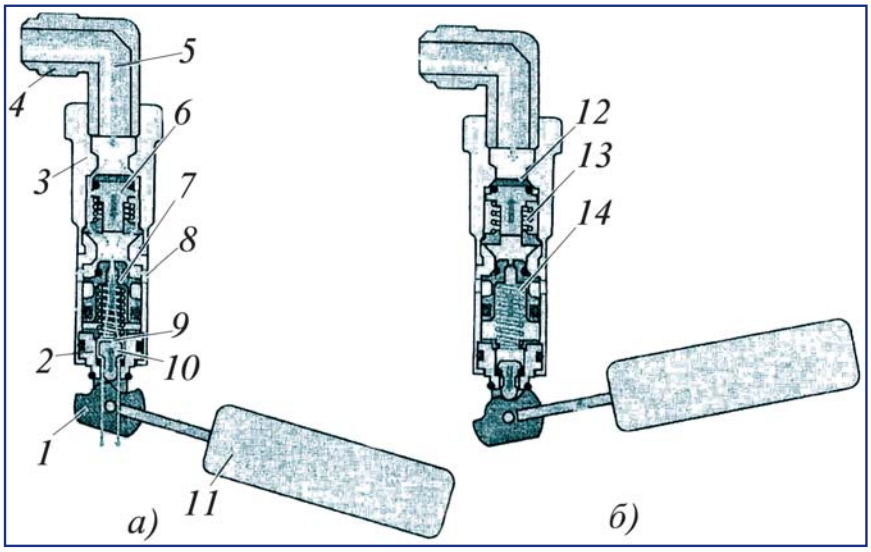


Рис. 4. *Клапан контроля максимального наполнения:*
1 – волновая шайба; *2* – пробка; *3* – корпус; *4* – входной штуцер; *5* – направление подачи газа; *6* – верхний золотник; *7* – нижний золотник; *8* – выпускные окна; *9* – нижняя камера; *10* – запорный клапан; *11* – поплавок; *12* – впускной канал; *13* – пружина; *14* – пружина

баллоном и перекрывает сжиженному газу доступ к испарителю.

В режиме работы на СУГ блок управления газобаллонной установки подает напряжение на клапан газового баллона. Под воздействием магнитного поля катушки *4* якорь *3* сдвигается вверх, преодолевая усилие пружины *4*. Доступ к испарителю открывается (рис. 3, *б*). При завершении работы на сжиженном газе ЭБУ газобаллонной установки отключает обмотку клапана газового баллона. В дальнейшем под воздействием усилия пружины *5* клапан вновь смещается вниз и перекрывает сжиженному газу доступ к испарителю.

Клапан контроля максимального наполнения установлен в блоке клапанов газового баллона (рис. 4).

Клапан предназначен для отключения подачи СУГ при заправке баллона. Подача газа прекращается при заполнении баллона на 80 % общего его объема. Привод клапана осуществляется механически поплавковым рычагом.

Под воздействием давления заполнения верхний и нижний золотники смещаются вниз (рис. 4, *а*). Верхний золотник выполняет функцию обратного клапана. Нижний открывает выпускные отверстия, через которые сжиженный газ попадает в газовый баллон. Кроме того, в нижнем золотнике имеется небольшое центральное осевое отверстие, пройдя через которое СУГ через открытый запорный клапан также попадает в газовый баллон. При открытом запорном клапане давление в нижней камере клапана отсутствует. При изменении уровня СУГ в баллоне во время заправки поплавок, перемещаясь, поворачивает волновую шайбу, связанную с запорным клапаном.

Когда поплавок достигает положения, соответствующего заполнению 80 % объема баллона, шток запорного клапана входит в выемку профиля волновой шайбы и запорный клапан закрывается (рис. 4, *б*).

Сжиженный газ не может больше выходить через запорный клапан, и в нижней камере клапана создается повышенное давление. Под воздействием этого давления, а также усилия пружины нижний золотник *7* смещается вверх. При этом боковые выпускные отверстия перекрываются. Давление в клапане повышается до давления заполнения, заправочная колонка отключается и верхний золотник закрывает под воздействием усилия пружины впускной канал.

Предохранительный клапан установлен в газовом баллоне, в блоке клапанов. Он служит для предотвращения разрушения газового баллона при существенном увеличении давления в нем, например, вследствие повышения температуры. Предохранительный клапан открывается механически при достижении давления в газовом баллоне 27,5 бар.

Сжиженный газ попадает при этом сначала в блок клапанов, откуда по пластмассовым вентиляционным шлангам отводится за пределы салона автомобиля.

Пружина прижимает тарелку клапана вниз. Клапан закрыт. Выходное отверстие для защиты от пыли закрыто защитной заглушкой. Когда усилие давления в газовом баллоне становится больше, чем усилие пружины клапана, тарелка клапана поднимается, и предохранительный клапан открывается. Газ выталкивает защитную заглушку и попадает в блок клапанов, из которого по вентиляционным шлангам выводится наружу.

Датчик указателя запаса СУГ в баллоне приведен на рис. 5.

Уровень газового топлива в баллоне отображается указателем в блоке клапанов газового баллона

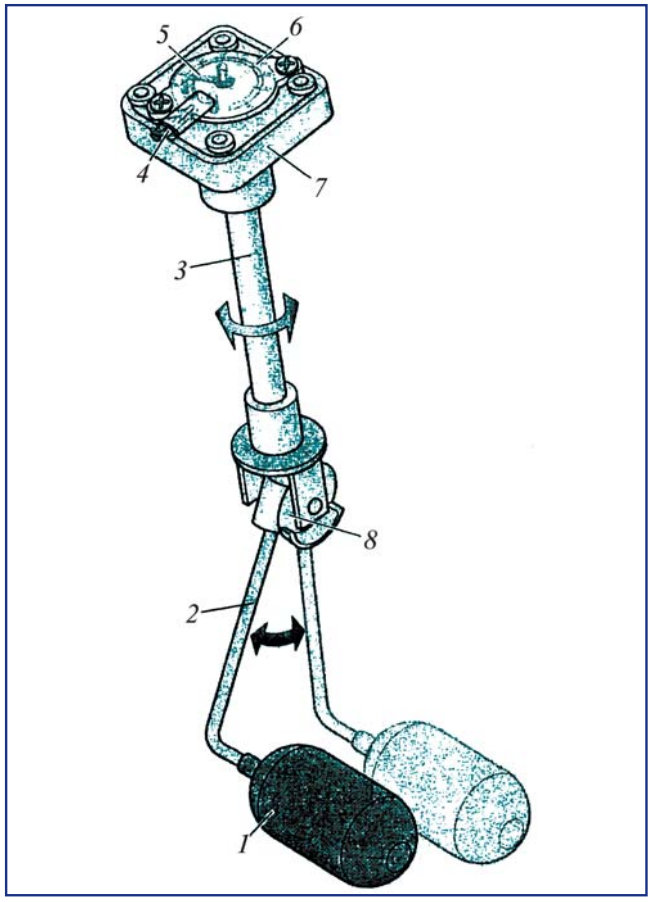


Рис. 5. *Датчик указателя запаса СУГ в баллоне:*
1 – поплавок; *2* – стержень; *3* – вал; *4* – электрический разъем для подключения к ЭБУ; *5* – стрелка; *6* – указатель; *7* – корпус; *8* – зубчатая передача

и указателем, встроенным в переключатель в центральной консоли (указатель запаса газового топлива). При изменении уровня сжиженного газа в баллоне поплавок *1* датчика запаса топлива перемещается. Зубчатая передача *8* преобразует его движение во вращение вала. Вместе с валом *3* вращается установленный в головке корпуса *7* кольцевой магнит. В указателе *6* запаса топлива также имеется кольцевой магнит. Уровень сжиженного газа определяет взаимное положение двух магнитов по отношению друг к другу, формируя суммарное магнитное поле. Это суммарное магнитное поле определяет положение стрелки указателя, по которому можно определить запас СУГ в баллоне. Указатель *6* запаса СУГ (в блоке клапанов) используется только как резервный.

Клавиша переключателя вида топлива снабжена указателем запаса газового топлива в баллоне. Водитель определяет остающийся запас газового топлива по указателю, встроенному в клавишу переключения режимов работы газ/бензин, которая расположена на центральной консоли. Для этого указатель запаса газового топлива на газовом баллоне должен передавать соответствующие данные блоку управления газобаллонной установки.

ЭБУ газобаллонной установки подает напряжение на датчик указателя запаса топлива. Суммарное магнитное поле обоих кольцевых магнитов влияет на электрическое сопротивление проводника. Изменение электрического сопротивления под воздействием внешнего магнитного поля определяется магниторезистивным эффектом.

В зависимости от запаса СУГ в баллоне сопротивление электрической цепи может изменяться в диапазоне 0...90 Ом. Падение напряжения на сопротивлении характеризует уровень газового топлива в баллоне. Сигнал напряжения считывается ЭБУ газобаллонной установки с датчика и передается на указатель в клавише переключения.

Общий вид редуктора-испарителя СУГ приведен на рис. 6.

В испарителе СУГ переводится из жидкого состояния в газообразное. Испаритель выполняет также функцию редуктора, уменьшая давление газа с 1,0 до 0,1 МПа избыточного давления по отношению к давлению в ВТ. Расширение газа проис-

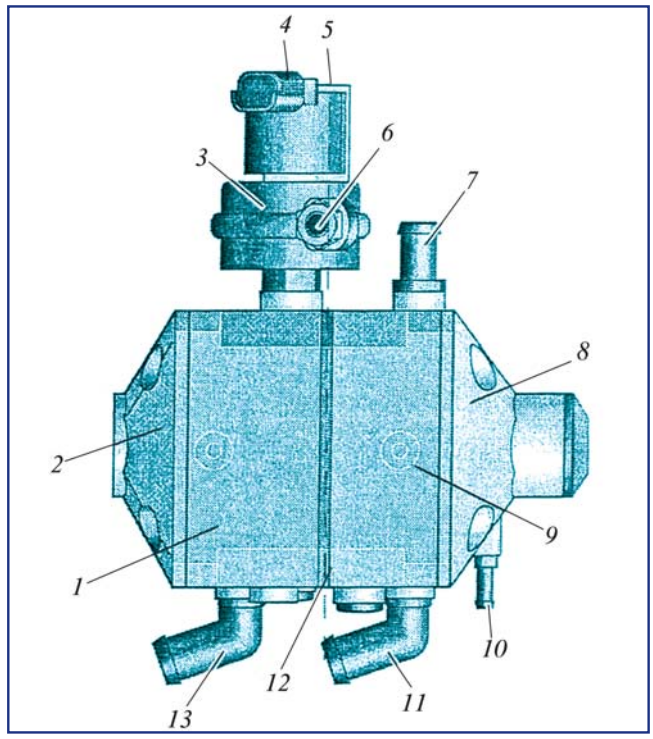


Рис. 6. *Общий вид редуктора-испарителя СУГ:*
1 – корпус первой ступени; *2* – крышка корпуса первой ступени; *3* – газовый клапан высокого давления; *4* – электрический разъем; *5* – электромагнитный клапан; *6* – штуцер выхода охлаждающей жидкости; *7* – выходной штуцер к газовому фильтру; *8* – крышка второй ступени; *9* – корпус второй ступени; *10* – штуцер вакуумной магистрали; *11* – выходной штуцер охлаждающей жидкости; *12* – уплотнительная прокладка; *13* – входной штуцер охлаждающей жидкости

ходит в редукторе-испарителе в два этапа. Двухступенчатый процесс редукции позволяет более эффективно сглаживать колебания давления.

После пробега 60 000 км его необходимо выкрутить, чтобы проверить испаритель на наличие загрязнений. Для этого нужно выкрутить контрольный винт на испарителе. При обнаружении загрязнений заменяется фильтр в клапане высокого давления. При наличии загрязнений заменяется фильтр в клапане высокого давления.

В редукторе-испарителе применены формованные эластичные мембраны, допускающие большой свободный ход и обеспечивающие необходимый состав горючей смеси, высокую надежность их работы.

Газовый редуктор оборудован микропроцессором, обеспечивающим оптимальное дозирование газа на всех режимах работы и обеспечивает отключение подачи газа в случае аварии.

Принципиальная схема клапана высокого давления для работы на газе приведена на рис. 7.

Клапан высокого давления для работы на газе установлен на испарителе и служит для перекрывания доступа газа в испаритель. В клапан высокого давления встроен фильтр. Он необходим для очистки сжиженного газа от возможных в нем загрязнений и защиты от них чувствительных деталей механизма испарителя. Клапан представляет дополнительное запорное устройство, как и клапан газового баллона.

Клапан высокого давления для работы на газе является электромагнитным клапаном и открывается блоком управления газобаллонной установки во время работы двигателя на газе. При переключении на работу на бензине, при выключении двигателя, в случае аварии (распознавание столкновения) или при отказе электропитания клапан автоматически закрывается, и поступление сжиженного газа к испарителю прекращается.

Когда все условия, необходимые для переключения на работу на газе, выполнены, блок управления газобаллонной установки подает напряжение на клапан высокого давления для работы на газе.

Под воздействием магнитного поля катушки якорь сдвигается, преодолевая усилие пружины. Доступ в испаритель открывается. При завершении работы на СУГ ЭБУ газобаллонной установки отключает обмотку клапана высокого давления для работы на газе. Под воздействием усилия пружины клапан прижимается к седлу и перекрывает сжиженному газу доступ к испарителю. После пробега 90 000 км фильтр в клапане высокого давления подлежит замене.

Принципиальная схема двухступенчатого газового редуктора-испарителя (рис. 8) фирмы является наиболее простой. Газ к ЭМФ поступает под давлением 0,1 МПа.

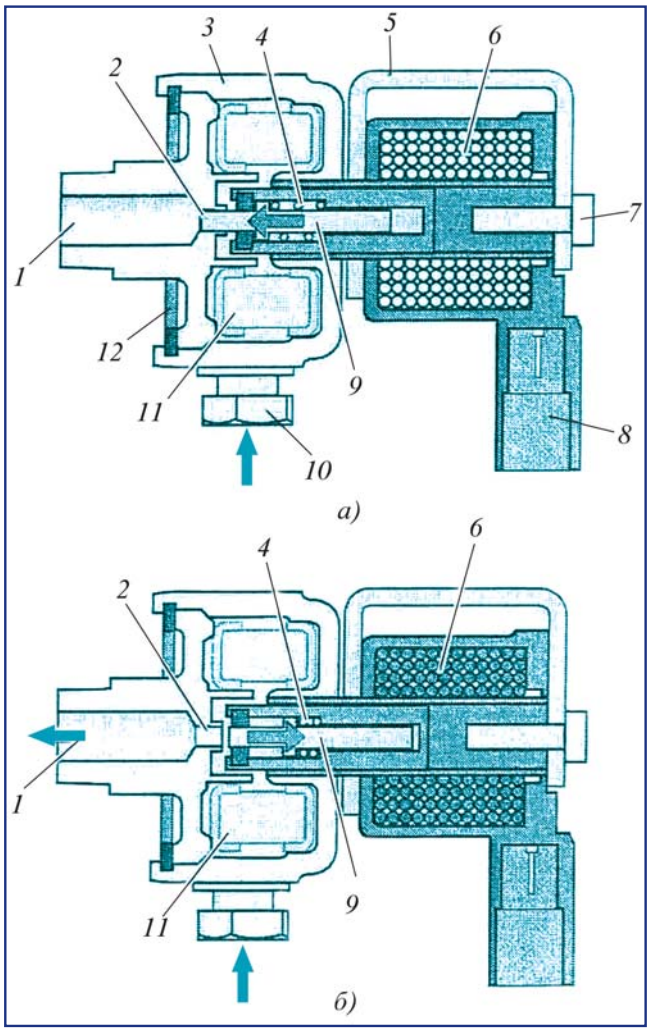


Рис. 7. *Клапан высокого давления для работы на газе:* *1* – подача газа к испарителю; *2* – седло клапана; *3* – корпус газового клапана; *4* – пружина; *5* – корпус электромагнита; *6* – катушка; *7* –ограничительный винт; *8* – разъем; *9* – якорь; *10* – штуцер от газового баллона; *11* – фильтр газа; *12* – мембрана

Каждая из ступеней редуктора-испарителя состоит из одной внутренней камеры, одной наружной камеры и одной управляющей камеры, которые заполнены сжиженным газом. Ступени соединены перепускным каналом, по которому сжиженный газ попадает из первой ступени во вторую. Кроме того, в каждой ступени имеется клапан с заслонкой и поршнем. Поршень соединен с мембраной (с помощью резьбового соединения). В каждой пружинной камере имеется по одной пружине. Давление в камере с пружиной первой ступени равно атмосферному. Давление в камере с пружиной второй ступени равно давлению во ВТ.

Между 1 и 2 ступенями установлено резиновое уплотнение, отделяющее контур охлаждающей жидкости от контура сжиженного газа. В зависи-

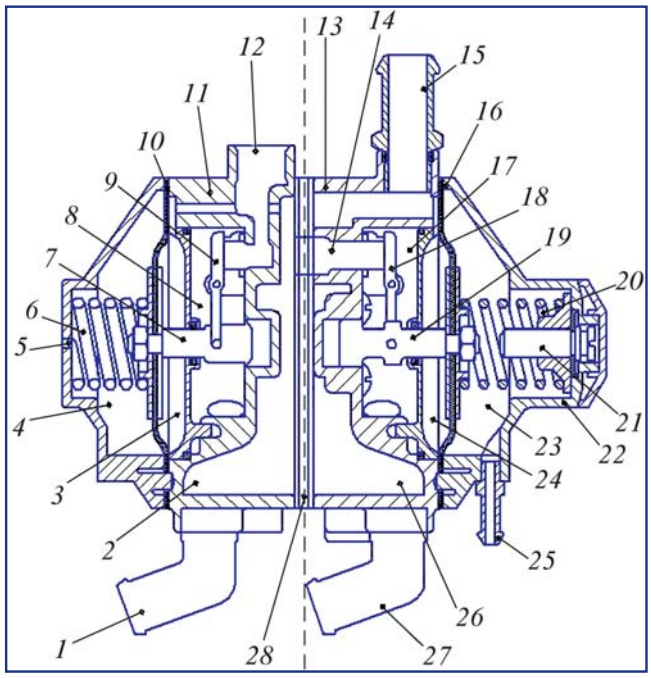


Рис. 8. *Принципиальная схема редуктора-испарителя сжиженного углеводородного газа:*
1 – входной штуцер охлаждающей жидкости; *2* – наружная камера; *3* – управляющая камера; *4* – атмосферная полость; *5* – балансировочное отверстие; *6* – пружина; *7* – поршень; *8* – внутренняя камера; *9* – заслонка; *10* – мембрана; *11* – корпус первой ступени; *12* – канал высокого давления; *13* – корпус второй ступени; *14* – перепускной канал; *15* – выходной газовый штуцер; *16* –крышка; *17* – мембрана; *18* – заслонка; *19* –поршень; *20* – пружина; *21* – регулировочный шток; *22* – крышка; *23* – камера с пружиной; *24* – управляющая камера; *25* – штуцер вакуумной магистрали от ВТ; *26* – наружная камера; *27* – входной штуцер охлаждающей жидкости; *28* – резиновое уплотнение

мости от запаса газового топлива в баллоне сопротивление может изменяться в диапазоне 0...90 Ом. Падение напряжения на сопротивлении характеризует, таким образом, уровень газового топлива в баллоне. Сигнал напряжения считывается блоком управления газобаллонной установки с датчика и передается на указатель в клавише переключения.

Принципиальная схема редуктора-испарителя сжиженного углеводородного газа приведена на рис. 8.

Редуктор-испаритель представляет собой двухступенчатый автоматический регулятор для снижения давления в первой ступени до 0,07...0,09 МПа и во второй до 7±0,50 Па, т.е. практически до атмосферного. Производительность редуктора-испарителя составляет 40 кг/ч СУГ при расходе жидкости через испарительную полость редуктора 6 л/мин и температуре 80 °С. Вес редуктора равен 1,3 кг.

Конструктивной особенностью малогабаритного редуктора является применение формованной мембраны в первой и второй ступенях редуцирования.

Первая ступень соединяется с магистралью подвода СУГ. Газовое топливо по каналам в корпусе, обогреваемом жидкостью из системы охлаждения двигателя, поступает в полость, где давление снижается до 0,09 МПа. В дальнейшем газ по каналу и открытый заслонку в полость.

Каждая из ступеней редуктора-испарителя состоит из одной внутренней камеры, одной наружной камеры и одной управляющей камеры, которые заполнены сжиженным газом. Ступени соединены перепускным каналом, по которому СУГ попадает из первой ступени во вторую. Кроме того, в каждой ступени имеется клапан с заслонкой и поршнем. Поршень соединен с мембраной (с помощью резинового соединения). В каждой пружинной камере имеется по одной пружине. Давление в камере с пружиной первой ступени равно атмосферному. Давление в камере с пружиной второй ступени равно давлению в ВТ.

Между 1 и 2 ступенями установлено резиновое уплотнение, отделяющее контур охлаждающей жидкости от контура сжиженного газа. Газовый редуктор оборудован микропроцессором, обеспечивающим оптимальное дозирование газа на всех режимах работы и обеспечивает отключение подачи газа в случае аварии.

Особенностью конструкции газового редуктора является двухступенчатое редуцирование давления, обеспечивающее плавное снижение давления, наличие клапана высокого давления для работы на газе с внешним разъемом и встроенным фильтром и включение в контур системы охлаждения двигателя (внутренние каналы) для предотвращения образования влаги и обмерзания. Технические данные газового редуктора-испарителя приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические данные газового редуктора

Модель	Двухступенчатый редуктор-испаритель мембранного типа
Рабочее давление, МПа	0,095...0,110
Максимальное рабочее давление, МПа	0,35
Вес, г	1450
Рабочая производительность	40 кг/ч
Рабочая температура, °С	–20...–120 °С

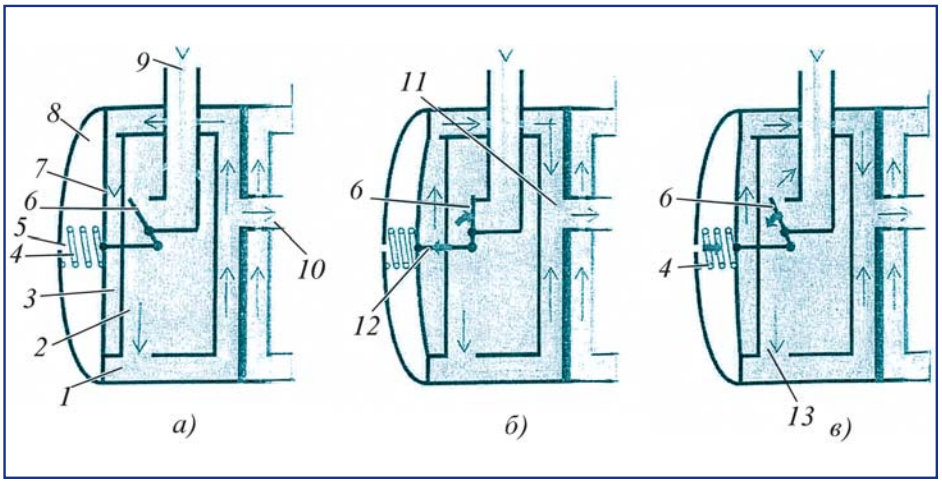


Рис. 9. *Принципиальная схема размещения функциональных компонентов первой ступени редуктора-испарителя:*
1 – наружная камера; *2* – внутренняя камера; *3* – управляющая камера; *4* – пружина первой ступени; *5* – балансировочное отверстие; *6* – заслонка; *7* – мембрана; *8* – атмосферная полость; *9* – направление газового потока; *10* – выходной канал; *11* – перепускной канал; *12* – поршень; *13* – перепускное отверстие

Принципиальная схема размещения функциональных компонентов первой ступени редуктора-испарителя приведена на рис. 9.

Каналы для охлаждающей жидкости (являющиеся частью контура системы охлаждения двигателя) выполнены внутри испарителя. Для наглядности на рисунках испаритель показан "разложенным" посередине. Каналы охлаждающей жидкости подключены к контуру системы охлаждения двигателя с помощью шлангов. Проходящее посередине испарителя резиновое уплотнение делит их на каналы первой и второй ступени. Из первой ступени во вторую охлаждающая жидкость попадает через два перепускных отверстия в уплотнении.

Клапан высокого давления для работы на газе установлен на редукторе-испарителе и служит для перекрывания доступа газа в испаритель. В клапан высокого давления встроен фильтр. Он необходим для очистки СУГ от возможных в нем загрязнений и защиты от них чувствительных деталей механизма испарителя. Этот дополнительный предохранительный клапан работает так же, как и клапан газового баллона.

Клапан высокого давления для работы на газе представляет собой электромагнитный клапан (и открывается ЭБУ газобаллонной установки) во время работы двигателя на СУГ. При переключении на работу на бензине, при выключении двигателя, в случае аварии (распознавание столкновения) или при отказе электропитания клапан автоматически закрывается, и поступление сжиженного газа к испарителю прекращается от газового баллона. Под воздействием усилия пружины клапан прижимается к седлу и перекрывает сжиженному газу доступ к испарителю.

Когда все условия, необходимые для переключения на работу на газе, выполнены, блок управления газобаллонной установки подает напряжение на клапан высокого давления для работы на газе. Под воздействием магнитного поля катушки якорь сдвигается, преодолевая усилие пружины. Доступ в испаритель открывается. При завершении работы на сжиженном газе блок управления газобаллонной установки отключает обмотку клапана высокого давления для работы на газе. Пружина автоматически перекрывает доступ газа в испаритель.

Редуктор обеспечивает снижение давления СУГ с 1,0 МПа до давления ВТ +0,1 МПа, газ расширяется и изменяет при этом свое агрегатное состояние с жидкого на газообразное. Этот процесс идет с поглощением большого количества теплоты, в результате чего газ и все окружающие его и соприкасающиеся с ним детали охлаждаются. Сильное охлаждение расширяющегося газа может привести к обмерзанию испарителя. Чтобы этого не допустить, испаритель с помощью подключенных к штуцерам шлангов, включается в контур системы охлаждения перед теплообменником. Нагретая охлаждающая жидкость системы охлаждения протекает через испаритель. Этим предотвращается обмерзание испарителя.

Сжиженный газ поступает через клапан высокого давления для работы на газе, во внутреннюю камеру *2* первой ступени подавлением не более 1,0 МПа. При этом заслонка *6* клапана открыта. Сжиженный газ проходит из внутренней камеры в наружную камеру *1* и далее в управляющую камеру *3* первой ступени. Проходя через эти камеры, жидкий газ расширяется и переходит в газообразное состояние. Усилие, действующее на мембрану *7* первой ступени со стороны камеры с пружиной, складывается из усилия соответствующим образом подобранной пружины и силы атмосферного давления (поддерживаемого в этой камере с пружиной). Как только давление газа с другой стороны мембраны в управляющей камере *3* превысит 0,16 МПа – пружина под воздействием усилия от мембраны сожмется.

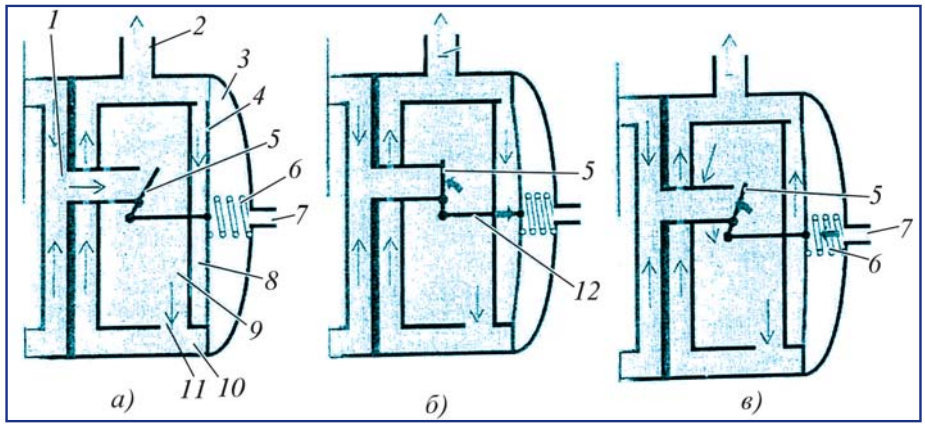


Рис. 10. *Принципиальная схема размещения функциональных компонентов второй ступени редуктора-испарителя:*
1 – перепускной канал; *2* – штуцер; *3* – рабочая полость; *4* – мембрана; *5* – заслонка; *6* – пружина второй камеры; *7* – штуцер вакуумный; *8* – управляющая камера; *9* – внутренняя камера; *10* – наружная камера; *11* – отверстие; *12* – поршень

Принципиальная схема размещения функциональных компонентов второй ступени редуктора-испарителя приведена на рис. 10.

Во второй ступени сжиженный газ (уже перешедший в газообразное состояние) продолжает расширяться, и его давление понижается до значения, превышающего давление во ВТ на 0,11 МПа. По перепускному каналу *1* газ переходит из наружной камеры первой ступени во внутреннюю камеру второй ступени. Заслонка *5* клапана второй ступени при этом открыта. Расширяясь газ переходит через наружную камеру в управляющую камеру второй ступени. Усилие, действующее на мембрану *4* второй ступени со стороны камеры с пружиной, складывается из усилия соответствующим образом подобранной пружины и силы давления во ВТ (поддерживаемого в этой камере с пружиной).

Когда давление газа, действующего на мембрану со стороны управляющей камеры, превышает давление во ВТ на 0,1 МПа, мембрана сжимает пружину. Жестко соединенный с мембраной поршень *12* приводит в движение заслонку, закрывающую клапан перепускного канала. Газ из первой ступени больше не может поступать во вторую. Находящийся во второй ступени газ продолжает расширяться и через выпускной штуцер *12* попадает в газовый фильтр и через него к ЭМФ. В результате этого давление газа в управляющей камере *3* (действующего на мембрану) уменьшается. Как только давление станет меньше 1,6 бар, пружина *6* преодолеет сопротивление мембраны *4* и через поршень *12* откроет заслонку, сжиженный газ вновь сможет поступать в испаритель. В результате этого процесса давление сжиженного газа с (макс.) 1,0 МПа будет снижено до 0,16 МПа.

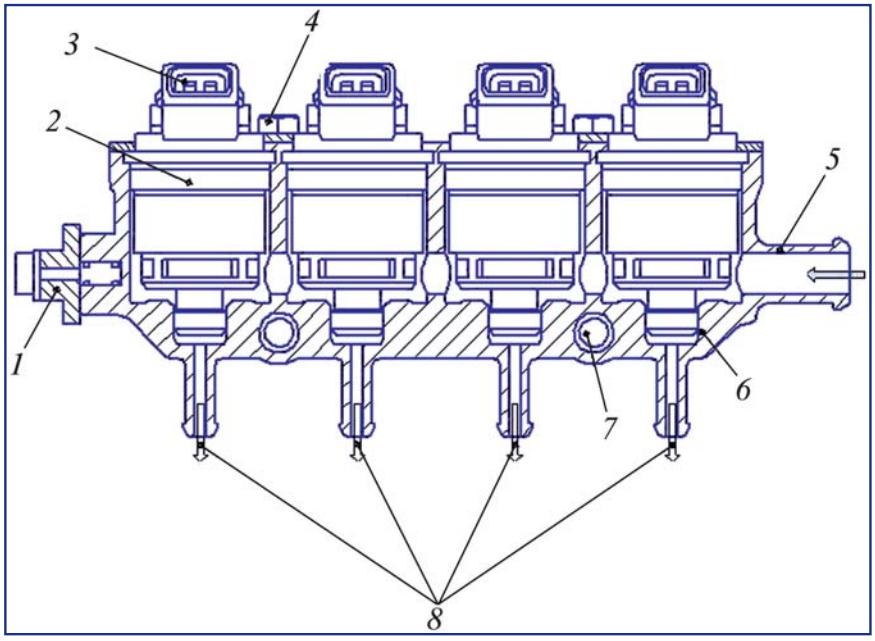


Рис. 11. *Газораспредительная магистраль:*
1 – датчик давления и температуры; *2* – клапан подачи газа; *3* – электрический разъем; *4* – болт крепления; *5* – входной штуцер; *6* – корпус магистрали; *8* – штуцер выхода газа к ВТ

Принципиальная схема газовой распределительной магистрали приведена на рис. 11. Четыре форсунки установлены в распределительной магистрали. Газовая магистраль снабжена 4-мя газовыми форсунками и датчиком давления газа и температуры. Газ поступает в полость открытой ЭМФ, а затем по пластмассовому шлангу в двигатель. Работа ЭМФ сопровождается переключением с помощью управляющего сигнала.

Датчик газораспределительной магистрали установлен в корпусе газораспределительной магистрали. Его назначение измерять давление и температуру газа.

Безопасная работа газобаллонной установки для СУГ обес-

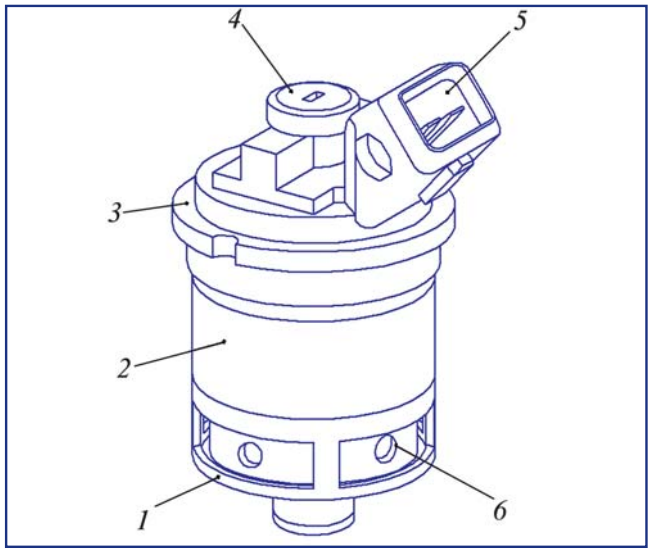


Рис. 12. *Общий вид электрического клапана подачи газа:* *1* – нижняя часть клапана; *2* – корпус клапана; *3* – крышка клапана; *4* – винт крепления; *5* – электрический разъем; *6* – отверстие входа газа

печивается рядом технических решений, заложенных в ее конструкцию на этапе проектирования. Все компоненты газобаллонной установки установлены в автомобиле таким образом, что они как можно лучше защищены от внешних воздействий повреждений. Все материалы и точки крепления выбраны и спроектированы с целью обеспечения максимальной надежности и безопасности. Высокий уровень безопасности системы был подтвержден в ходе ряда специальных тестов. В системе применяются следующие устройства и меры безопасности.

Датчик *1* давления и разрежения отслеживает все изменения в газовой магистрали блока форсунок ВТ, преобразовывает и передает их в ЭБУ.

В каждый цилиндр газ поступает от соответствующей форсунки. Все ЭМФ конструктивно выполнены в форме единого блока, состоящего из четырех электромагнитных форсунок. Этот вариант дешевле набора отдельных форсунок.

Общий вид ЭМФ подачи газа приведен на рис. 12.

Техническая характеристика форсунки: время реакции 1,7 мс, рабочая температура – 40...120 °С и максимальное рабочее давление 3 бар. Продолжительность срока службы ЭМФ составляет 300 млн циклов.

Форсунка снабжена большими катушками, исключающими залипания клапанов. Блок управления ГБУ при работе двигателя на газе управляет газовыми ЭБУ с помощью сигнала широкоимпульсной модуляции.

Перед автоматическим переключением с работы на бензине на работу на газе (т. е. один раз для одного пуска двигателя) система выполняет проверку работы газовой ЭМФ. Это означает, что незадолго до переключения с бензина на газ ЭБУ газовой системы подает на клапаны управляющий сигнал, оставляя их на некоторое время открытыми. Эта мера предосторожности против наличия залипания клапанов подачи газа вследствие наличия в них отложений.

Принципиальная схема ЭМФ газа приведена на рис. 13.

Газовая форсунка представляет собой электромагнитный клапан, снабженный на выходе калиброванным жиклером *9*. В каждый цилиндр газ по-

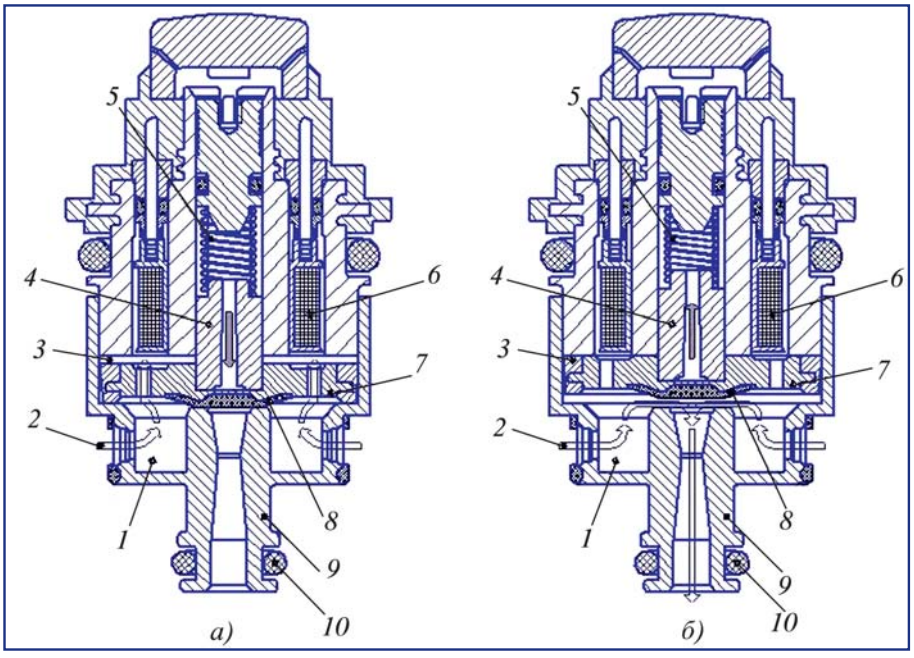


Рис. 13. *ЭМФ газа:* *1* – нижняя камера; *2* – входное отверстие; *3* – верхняя камера; *4* – поршень; *5* – пружина; *6* – катушка электромагнита; *7* – якорь; *8* – уплотнительная кромка; *9* – штуцер выхода газа; *10* – уплотнение; *а* – управляющий сигнал не подан на ЭМФ; *б* – управляющий сигнал подан на ЭМФ

Таблица 2

Параметры выбора калиброванных штуцеров для 4-х цилиндрового двигателя

Вариант	Диаметр жиклера, мм	Мощность двигателя, кВт
1	1,5	27
2	2,1	54
3	2,3	79
4	2,4	92
5	2,5	111

дается своей форсункой. Газ от штуцера форсунки поступает в штуцер на ВТ по резиновому трубопроводу. При этом используется сигнал, предназначенный для бензиновой форсунки того же цилиндра, что позволяет сохранить синхронизированный впрыск и при газовом режиме.

При подборе калиброванных штуцеров *9* необходимо учесть факторы, определяющие выбор диаметра их отверстия (рабочего сечения), мощность двигателя, количество цилиндров (табл. 2).

Во время работы на СУГ ЭБУ получает информацию о давлении и температуре газа, поступающего на форсунки и разрежении во ВТ.

Разница P между давлением $P_г$, поступающего из редуктора-испарителя, и разрежением P_v ВТ есть абсолютное давление, которое используется газовым ЭБУ для корректировки времени открытия газовой форсунки $P = P_г - P_v$. При работе двигателя на газе клапаны подачи газа подают сжиженный газ (в газообразном состоянии) в каналы отдельных цилиндров в ВТ.

При работе на газовом топливе ЭБУ форсунок впрыскивает топливо в ВТ около впускных клапанов. Открытием и закрытием форсунок управляет ЭБУ газовой системы, соединенным со штатным электронным блоком управления двигателя электрическими проводами для управления бензиновыми форсунками.

При отсутствии управляющего сигнала (рис. 13, *а*) напряжение на обмотку клапана не подается. Под воздействием усилия пружины поршень *4* вместе с анкером и уплотнительной кромкой сдвигаются вниз и закрывают канал выхода газа в ВТ. Через впускной штуцер газ проходит в нижнюю камеру *1*, а из нее через отверстия в якоре *7* в верхнюю камеру *3* клапана подачи газа. В результате этого давление, которое действует на якорь в верхней и нижней камерах, одинаково. В противном случае действующее в нижней камере избыточное давление (по сравнению с верхней) сместило бы якорь вместе с уплотнительной кромкой вверх, преодолевая сопротивление пружины, и клапан подачи газа открылся бы.

ЭМФ открывается только при получении управляющего сигнала от блока управления ГБУ. При подаче напряжения на клапан подачи газа управляющий сигнал поступает от электронного блока управления газобаллонной установки.

В корпусе клапана имеется электрический разъем и катушка электромагнита. Когда по катушке протекает ток, вокруг нее возникает магнитное поле. Под воздействием магнитного поля якорь с уплотнительной кромкой поднимается вверх, преодолевая усилие пружины. Через отверстия в якоре газ перетекает из верхней камеры клапана обратно в нижнюю. Клапан подачи газа открывается. Через ВТ газ попадает в камеру сгорания. ЭМФ автоматически прерывает подачу газа в случае остановки двигателя или его работы на бензине, а также в случае аварии.

Закон формирования управляющего сигнала приведен на рис. 14.

Принципиальная схема блоков системы управления ГБА приведена на рис. 15. Система управления газобаллонного автомобиля снабжена блоком управления двигателя *6* и блоком управления газобаллонной установки *10*, связанных между собой электрическими цепями *8* и *9*.

Схема содержит блок управления двигателем *6* и блоком управления газобаллонной установки *10*. Электрические провода *8* и *9* снабжены электрическим разъемом *7*. Блок управления снабжен процессором с индивидуальными контроллерами для работы отдельно с каждой форсункой.

В разъеме *7* путь управляющего сигнала впрыска бензина прерывается и сигнал перенаправляется в блок управления газобаллонной установки. Блок управления ГБА содержит микропроцессор, принимает на себя функции управления

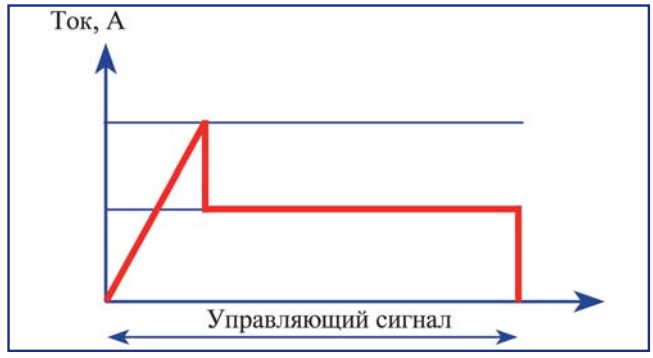


Рис. 14. *Закон формирования управляющего сигнала*

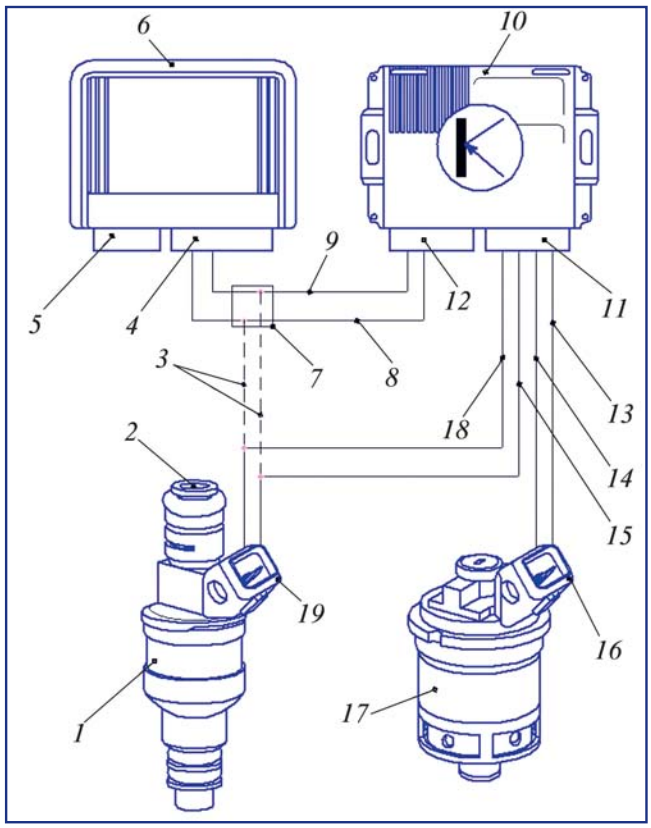


Рис. 15. *Блоки управления:*
1 – бензиновая форсунка; *2* – входной штуцер; *3* – соединение разорвано; *4* – электрический разъем; *5* – электрический разъем; *6* – блок управления двигателем; *7* – электрический разъем в жгуте проводов; *8, 14, 18* – провод масса; *9, 13, 15* – провод плюс; *10* – блок управления ГБУ; *11, 12* – электрический разъем; *15, 17* – газовый клапан; *16* – разъем газовой форсунки; *19* – разъем бензиновой форсунки

работой на газе, чтобы обеспечить минимальный уровень токсичности ОГ и максимальную эффективность сгорания, чтобы обеспечить холодный пуск ДВС на газе в ЭБУ бензина, необходимо провести модификацию. В бензиновом блоке *6* электрическая цепь управления бензиновыми форсунками размыкается. Таким образом, газовый ЭБУ перехватывает сигнал управления электромагнитными бензиновыми форсунками и производит корректировку этого сигнала, что необходимо в связи с особенностями работы ДВС на газе. При корректировке бензинового сигнала придерживаются следующего принципа: количество дозируемого газового топлива, которое определяется временем открытия газовой форсунки, должно быть энергетически эквивалентно количественной потребности в бензине в данный момент, определяемый базовым ЭБУ (обеспечивается временем открытия). Жгут проводов ГБУ снабжен разъемами.

Система управления приведена на рис. 16. Система содержит датчики управления и исполнительные механизмы. Датчики управления включают датчик *6* указателя газа, переключатель выбора топлива (бензин, газ) датчик газораспределительной магистрали *4*, датчик температуры охлаждающей жидкости *3*, датчик *2* частоты вращения КВ двигателя и датчик *1* давления во ВТ.

Датчик *3* температуры газа расположен на блоке управления, так как подает на ЭБУ газовой системы корректирующий сигнал. Происходит измерение и учет величины абсолютного давления и температуры газа, которое постоянно меняется с изменением В, системе не требуется проведения эмуляции λ-зонда.

Важнейшим достоинством системы является полное отсутствие хлопков во ВТ.

Указатель запаса газового топлива и переключатель выбора топлива (бензин, газ) установлены в одной клавише. Она находится в центральной консоли и контролирует следующие функции:

выбор типа топлива бензин/газ;

контроль уровня сжиженного газа в баллоне (индикация уровня топлива);

индикация сбоев в работе (мигание/звуковой сигнал).

Выбор вида топлива определяется по указателю *14* выбора топлива. С помощью переключателя выбора топлива можно переключить двигатель с работы на бензине на газ (или наоборот).

Тип используемого топлива указывается постоянно горящими светодиодами: синий "ON" означает работу на газе, оранжевый "OFF" означает работу на бензине. Быстрое мигание светодиода "ON" означает, что система в фазе запуска (запуск двигателя всегда выполняется на бензине) ожидает автоматического переключения в режим работы на газе. Двигатель переключается с бензина на сжиженный газ при соблюдении следующих условий:

наличие достаточного запаса сжиженного газа в баллоне;

температура охлаждающей жидкости выше 20 °С;

педаль акселератора нажата;

обороты двигателя при движении автомобиля превышают 1200 об/мин.

Линейка синих светодиодов указателя *14* показывает уровень сжиженного газа в баллоне. Когда уровень сжиженного газа очень низок, загорается красный светодиод резерва топлива. Механизмы системы включают клапан.

Индикация среднего расхода топлива в комбинации приборов адаптирована к работе на газовом

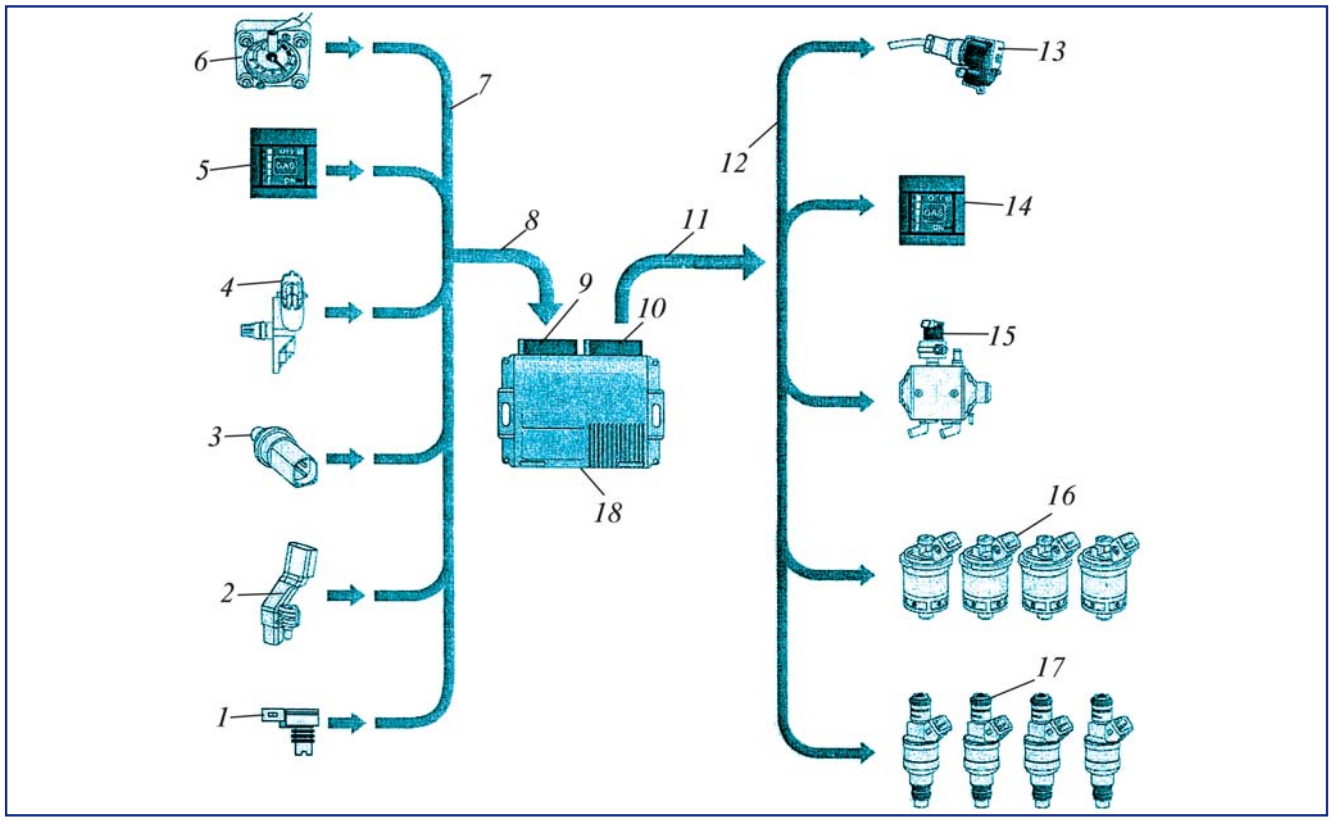


Рис. 16. *Система управления:*
1 – датчик давления во ВТ; *2* – датчик частоты вращения КВ; *3* – датчик температуры охлаждающей жидкости; *4* – датчик газораспределительной магистрали; *5* – переключатель вида топлива; *6* – датчик указателя запаса газа; *7* – шина подключения датчиков ЭБУ газобаллонной установки; *8* – провод подключения датчиков ЭБУ газобаллонной установки; *9* – разъем подключения датчиков ЭБУ газобаллонной установки; *10* – разъем подключения исполнительных механизмов ЭБУ газобаллонной установки; *11* – шина клапана высокого давления для работы на газе; *12* – шина подключения исполнительных механизмов; *13* – клапан газового баллона; *14* – указатель запаса газа в электронном блоке управления; *15* – клапан высокого давления для работы на газе; *16* – газовые форсунки; *17* – электромагнитные бензиновые форсунки; *18* – ЭБУ газобаллонной установки

топливе. При работе двигателя на бензине возможны расхождения между индикацией остающегося запаса хода и показаниями указателя запаса топлива.

При отказе одного или нескольких узлов ГБУ система автоматически переключается в режим работы на бензине. Если при последующем запуске двигателя вновь будет зарегистрирована неисправность, система переключится в режим работы на бензин.

Выводы и рекомендации

Энергетическая безопасность страны остается приоритетной проблемой национальной экономики. Применение СУГ в качестве моторного топлива обеспечивает решение энергетических проблем автомобильного транспорта как на ближайшую перспективу, так и на отдаленное будущее. Практическая реализация энергетических и экологических преимуществ газового топлива на автомобильном транспорте связана с созданием газобаллонных автомобилей нового поколения.

Применение газовой аппаратуры нового поколения позволяет наиболее эффективно решить вопросы эффективного применения СУГ на автомобильном транспорте. Разработанная аппаратура исключает наличие хлопков во ВТ и предотвращает разрушение ВТ, а также в целом повышает технический уровень газобаллонных автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ерохов В.И.** Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): учебник для вузов. М.: Горячая линия–Телеком, 2012. 598 с.

2. **Газобаллонная** установка на сжиженном газе BiFuel. Service Training VSQ-1. Программа самообучения 427."Volkswagen Group Academy" http:jetta club.arg/uploads/SSP_rus 427 dreysteija. Pdf 2009. С. 59.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.И. Гусев, С.В. Разливинская, О.А. Жданович, Владимирский государственный университет

Вводится расширенное понятие услуги в информационных системах, рассматривается согласование уровня развития информационных технологий и уровня управления бизнес-процессами.

Ключевые слова: развитие, уровень развития, бизнес-процесс, услуги, компетенции, информационные технологии.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM

D.I. Guzev, C.V. Razlivinskaya, O.A. Zhdanovich, Vladimir state university

The extended concept of services in information systems is introduced in the article, the coordination of information technology development level and the management level of business process is considered.

Keywords: development, level of development, business process, services, competences, information technologies.

Информационные технологии в информационных системах предприятий все чаще реализуются при поддержке программных систем – корпоративных приложений. Эти приложения могут быть созданы своими силами или это могут быть готовые коммерческие решения; они могут выполняться как в собственной инфраструктуре предприятия, так и в центрах обработки данных, взятых в аренду.

Со временем, в активах предприятия оказывается солидный набор корпоративных приложений. В этих условиях становятся актуальными вопросы поддержки, сопровождения, обслуживания и развития как самих приложений, так и соответствующих информационных технологий и связанных с ними бизнес-процессов.

Для обозначения корпоративного приложения в совокупности с перечисленными аспектами его существования удобно использовать более широкий термин – "ИТ-услуга" [1] и рассматривать соответствующие аспекты жизненного цикла приложений с точки зрения предоставления и использования соответствующих услуг.

В этом смысле ИТ-услуги являются центральным звеном во взаимодействии ИТ-службы и основной деятельности (рис. 1): ИТ-служба отвечает за создание и предоставление ИТ-услуг, а основная деятельность использует эти услуги в своей работе при выполнении бизнес-операций.

Для поддержания конкурентоспособности предприятие должно постоянно развиваться, т.е. совершенствовать процессы собственной деятельности или осваивать новые виды деятельности.

И тот и другой варианты подразумевают продвижение информационной системы предприятия по определенным типовым этапам – стадиям зрелости [2] (рис. 2).

В первом случае меняется уровень развития соответствующих ИТ-услуг – они становятся сложнее, в другом случае ИТ-услуг становится больше. Одновременно с этим растет круг задач управления ИТ.

При переходе на новую стадию зрелости, очередной набор задач выходит на передний план. За время прохождения информационной системой очередной стадии зрелости процессы управления ИТ также эволюционируют, чтобы справиться с нарастающим объемом и сложностью задач.

Сам факт перехода сложно оценить во времени, но важно понимать, что во время всего жизненного

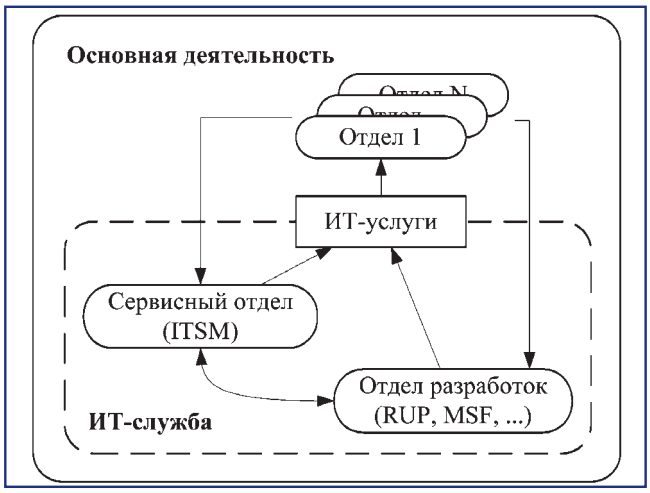


Рис. 1. ИТ-услуги как центральное звено взаимодействия ИТ-службы с основной деятельностью

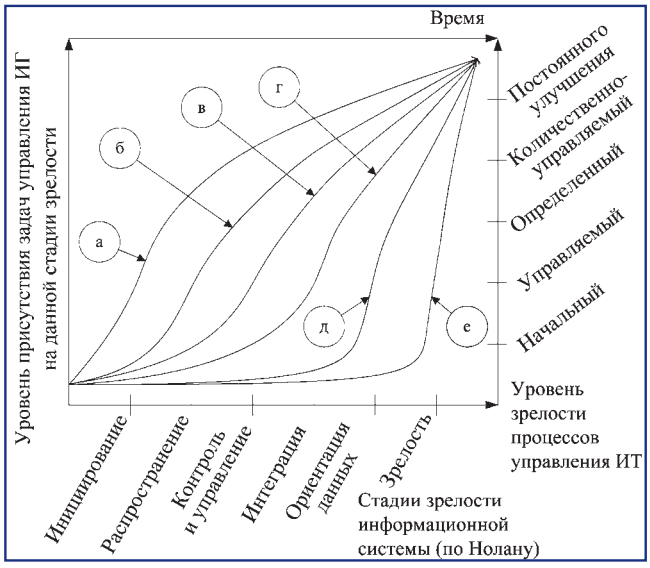


Рис. 2. *Взаимное развитие ИТ, процессов и задач управления ИТ (а, б, в, г, д, е – уровень присутствия задач управления ИТ, соответствующий стадиям зрелости ИС по Нолану)*

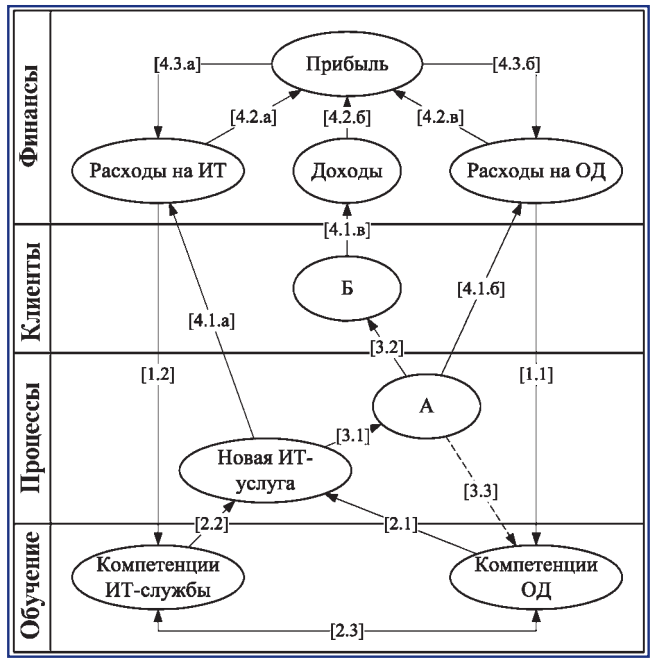


Рис. 3. *Взаимное влияние ИТ-службы и основной деятельности на финансовые показатели организации*

цикла информационной системы в ней в той или иной мере присутствуют задачи управления ИТ и ИТ-услуги, присущие каждой стадии зрелости.

Рост нагрузки на ИТ-службу может привести к росту штата ее сотрудников (что приведет к дополнительным затратам) или к тому, что часть работ по сопровождению ИТ-услуг будет частично или полностью передана на аутсорсинг.

Отметим также, что совершенствование собственной деятельности, в частности ИТ-услуг, затруднительно (или даже невозможно) без участия разработчиков, так как оно связано с доработками в программном обеспечении. Такие доработки могут выполняться силами штатных или внештатных разработчиков.

Хотя содержание в штате предприятия команды разработчиков влечет дополнительные расходы, подобный факт может оказать положительное влияние на развитие информационной системы в целом.

Действительно, у сотрудников основной деятельности (пользователей ИТ-услуг) может просто не быть достаточного уровня компетенций, чтобы самостоятельно выработать предложения по созданию новых/развитию существующих ИТ-услуг или совершенствованию практик их использования, предоставляющих конкурентные преимущества основной деятельности.

На рис. 3 показано взаимное влияние компетенций сотрудников предприятия на создание новых ИТ-услуг, а также их связь с показателями финансовой деятельности предприятия. В частности на рисунке отражено, что поддержание и развитие уровня компетенций требует определенных финансовых затрат ([1.1], [1.2]), и, в свою очередь, инициирует процесс создания новых ИТ-услуг ([2.1], [2.2]). В процессе создания ИТ-услуг накапливается опыт и увеличивается уровень компетенций сотрудников ([2.3]). Сами по себе ИТ-услуги не создают прибыль, поэтому для предприятия они относятся к статье расходов. Зато использование ИТ-услуг во внутренних процессах ([3.1]) (в повседневной деятельности) может приводить к улучшению показателей деятельности (блок А на рисунке), что в свою очередь будет сказываться на отношениях с клиентами ([3.2]) (блок Б на рисунке), которые для предприятия являются основным источником доходов.

Итак, развитие информационных технологий – это неизбежный процесс для успешных предприятий. Этот процесс ведет к увеличению количества и сложности ИТ-услуг и, как следствие, к увеличению объема работ, который приходится на сотрудников ИТ-службы. Это, в свою очередь, может привести к удорожанию совокупной стоимости владения ИТ-услугами и к необходимости передачи части работ на аутсорсинг как менее затратному и часто более качественному подходу к выполнению работ. Однако в этом случае существует опасность потери компетенций в ключевых процессах и технологиях, что может привести к отставанию в развитии информационных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гусев Д.И.** Информационные технологии как особый вид услуг в информационной системе предприятия // Всерос. межвуз. науч. конф. "Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России". Сб. тез. докл. Муром, 2009.

2. **Костров А.В.** Основы информационного менеджмента: учеб. пособие. 2-е изд. М.: Финансы и статистика, 2009. 528 с.

О Вернадском (к 150-летию со дня рождения)

Б.Ф. Богатиков, Л.Г. Васичева

About Vernadsky (to the 150 anniversary since birth)

B.F. Bogatikov, L.G. Vasicheva

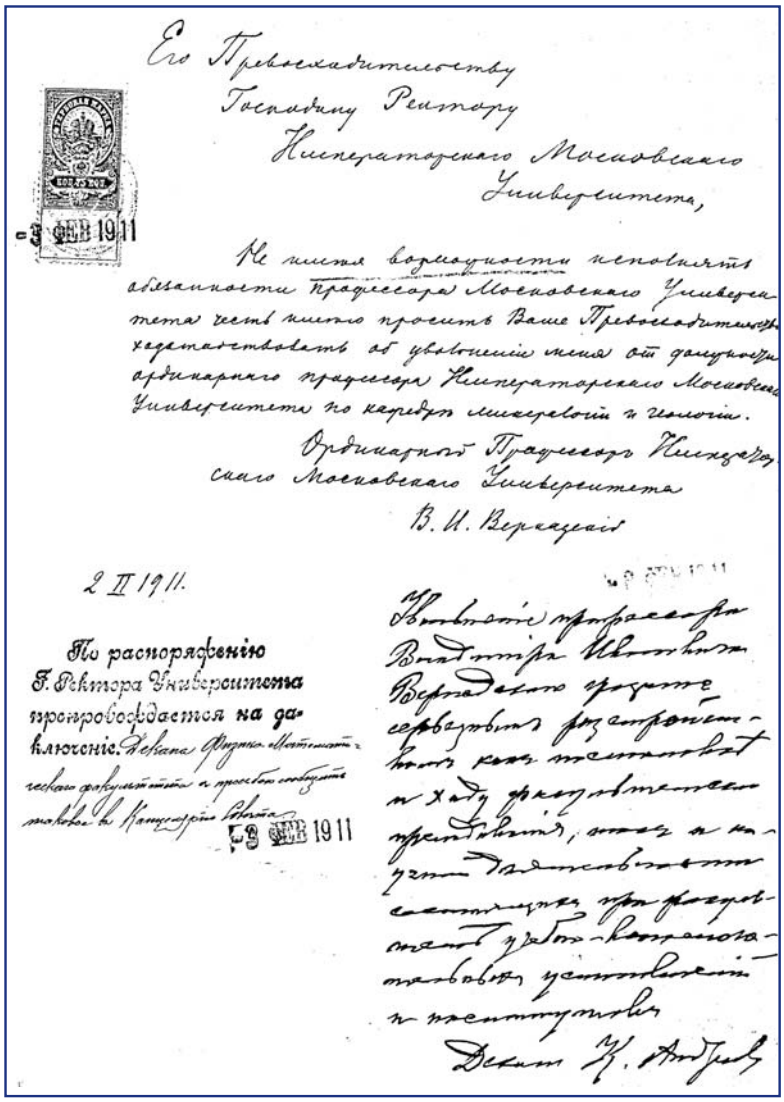
Имя выдающегося ученого Владимира Ивановича Вернадского широко известно во всем мире. Его 150-летний юбилей является прекрасным поводом обратиться к некоторым моментам биографии этого великого подвижника науки. В.И. Вернадский оставил глубокий след в самых различных областях научного познания: в науках о земле, таких как геология, геохимия, минералогия, геогнозия, в педагогике высшей школы, философии – учение о ноосфере и многих других. В истории нашего университета имя Вернадского занимает особое место. Он был одним из первых профессоров на Московских Высших Женских Курсах, начавших преподавать на физико-математическом факультете. Именно он является основателем минералогического кабинета, который до сих пор существует в стенах МИТХТ и является неотъемлемой частью учебного процесса.

Жизни и деятельности Вернадского посвящены десятки книг и статей. В этой публикации мы хотим коснуться всего лишь одного поистине драматического момента его биографии. Речь идет о массовом увольнении профессоров из Московского Императорского Университета в феврале 1911 г.

В фондах Российского Государственного Исторического Архива нами найдено дело, в котором собраны все документы, касающиеся этого драматического события в жизни как самого Вернадского, так и других профессоров Университета, таких как, Чаплыгин, Зелинский, Эйхенвальд, Лебедев, Рейн и др. Все эти выдающиеся ученые и профессора подали прошения об увольнении от должностей в знак протеста против реакционной политики тогдашнего министра образования Кассо. В делах архива хранятся собственноручно написанные прошения об увольнении от должностей всеми участниками конфликта. Здесь мы хотим привести факсимиле прошения написанное лично Вернадским:

"Его Превосходительству Господину Ректору Императорского Московского Университета.

Не имея возможности исполнять обязанности профессора Московского Университета честь имею просить Ваше Превосходительство ходатайство-


Его Превосходительству
Господину Ректору
Императорского Московского
Университета,

3 ФЕВ 1911

Не имея возможности исполнять обязанности профессора Московского Университета честь имею просить Ваше Превосходительство ходатайствовать об увольнении меня от должности ординарного профессора Императорского Московского Университета по кафедре минералогии и геологии.

Ординарный Профессор Императорского Московского Университета
В. И. Вернадский

2 II 1911.

По распоряжению Г. Ректора Университета препровождается на заключение. Декана Физико-Математического факультета с просьбою сообщить таковое в Канцелярию Ректора.
3 ФЕВ 1911

Мнение профессора Владимира Ивановича Вернадского прошу сообщить в распоряжение Совета университета как мнение в ходу фундаментальности преподавания, отсутствия на науки деятельности настоящего профессора работы в Университете и институтах.
Декан К. Андреев

 ISSN 2073-8323

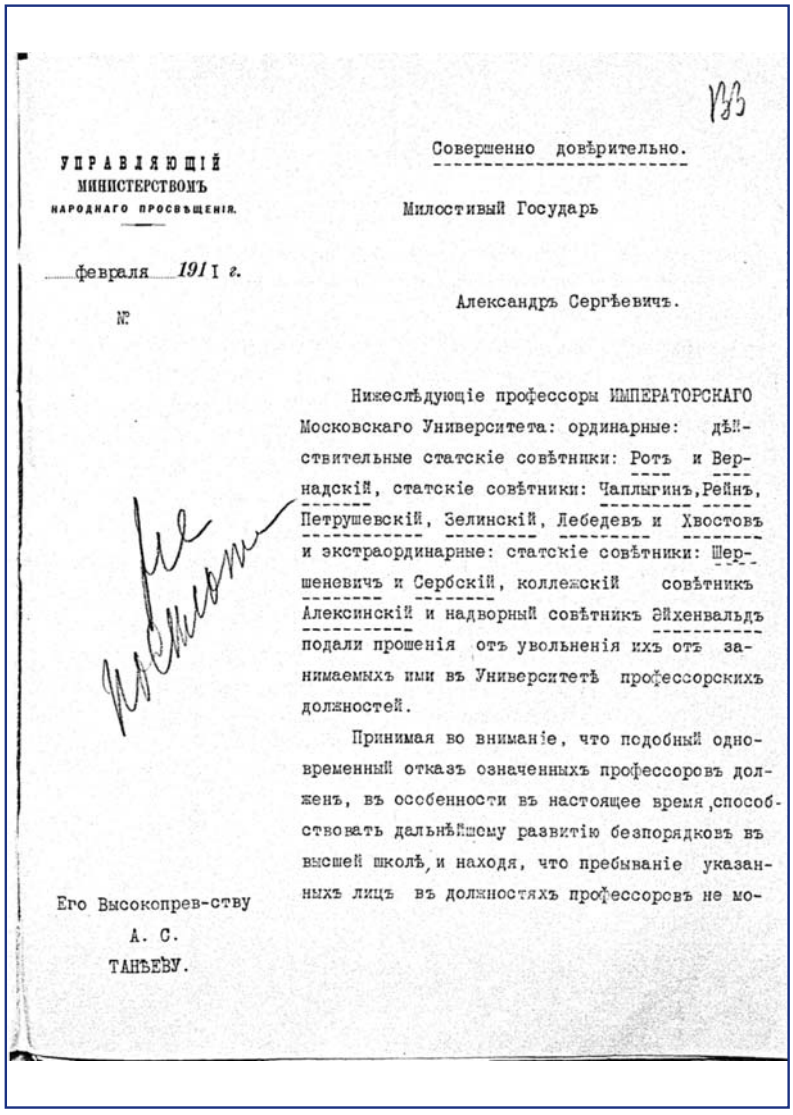
вать об увольнении меня от должности ординарного профессора Императорского Московского Университета по кафедре минералогии и геологии.

Ординарный Профессор Императорского Московского Университета В.И. Вернадский
2.II.1911".

Общественный резонанс демарша московских профессоров был грандиозен.

Отзвуки его прокатились и по верхушке правящего класса, и по широким слоям демократической общественности. Например, весьма характерным является реакция Управляющего Министерства Народного Просвещения по поводу отставки большого числа профессоров. Упомянув об этом, он высказывает озабоченность, что "подобный одновременный отказ означенных профессоров должен, в особенности в настоящее время, способствовать дальнейшему развитию беспорядков в высшей школе".

С другой стороны, широкая общественность абсолютно по иному восприняла уход профессоров из Московского Университета. На имя Владимира Ивановича Вернадского была направлена телеграмма от Петербургского Минералогического Общества, напечатанная в газете "Русское слово". В ней говорилось: "Императорское Петербургское минералогическое общество, узнав о вынужденном оставлении вами кафедры минералогии в Московском Университете, кафедры, на которой вы так плодотворно и с большой пользой для минералогической науки работали, шлет вам, а в вашем лице и товарищам, покинувшим вместе с вами университет, выражение глубокого сочувствия и сожаления. Общество хочет верить, что старейший русский университет выйдет невредимым из переживаемых потрясений, и что незаменимые научные силы вновь получат возможность плодотворно и достойно работать для русской науки и для русского просвещения".



УПРАВЛЯЮЩІЙ
МИНИСТЕРСТВОМЪ
НАРОДНАГО ПРОСВѢЩЕНІЯ.

февраля 1911 г.

№

Совершенно довѣрительно.

Милостивый Государь

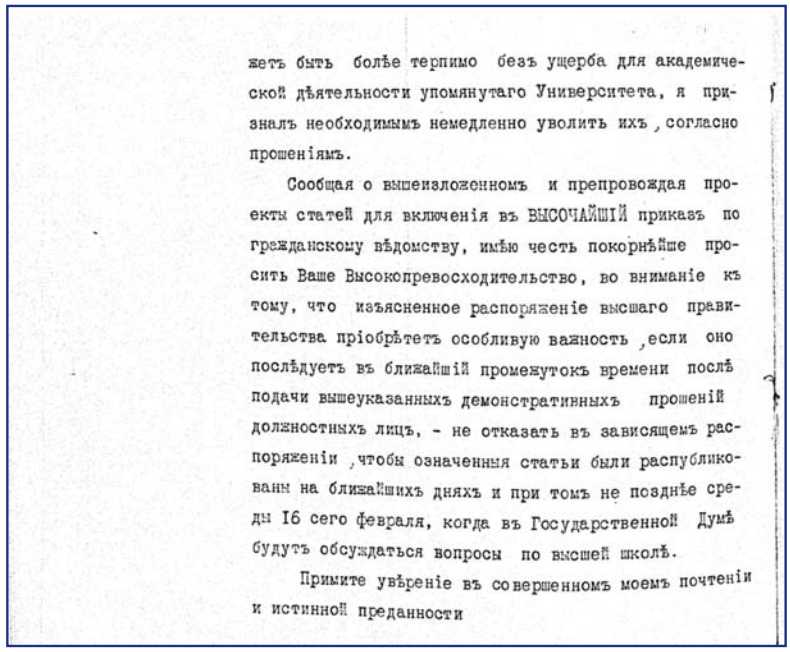
Александръ Сергѣевичъ.

Нижеслѣдующіе профессоры ИМПЕРАТОРСКАГО Московскаго Университета: ординарные: дѣйствительные статскіе совѣтники: Ротъ и Вернадскій, статскіе совѣтники: Чаплыгинъ, Рейнъ, Петрушевскій, Зелинскій, Лебедевъ и Хвостовъ и экстраординарные: статскіе совѣтники: Шершеневичъ и Сербскій, коллежскій совѣтникъ Алексинскій и надворный совѣтникъ Эйхенвальдъ подали прошенія отъ увольненія ихъ отъ занимаемыхъ ими въ Университетѣ профессорскихъ должностей.

Принимая во вниманіе, что подобный одновременный отказъ означенныхъ профессоровъ долженъ, въ особенности въ настоящее время, способствовать дальнѣйшему развитію безпорядковъ въ высшей школѣ, и находя, что пребываніе указанныхъ лицъ въ должностяхъ профессоровъ не мо-

Не принято

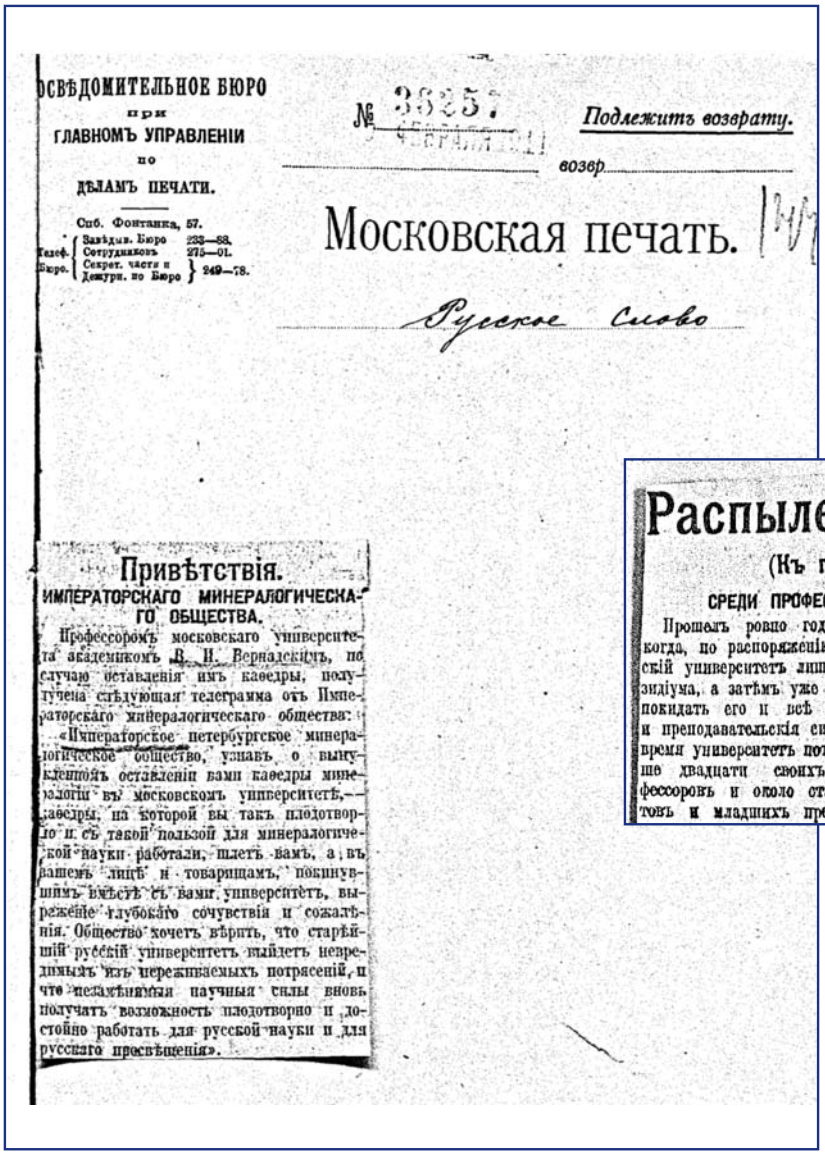
Его Высокопрев-ству
А. С.
ТАНѢЕВУ.



жетъ быть болѣе терпимо безъ ущерба для академической дѣятельности упомянутаго Университета, я призналъ необходимымъ немедленно уволить ихъ, согласно прошеніямъ.

Сообщая о вышеизложенномъ и препровождая проекты статей для включенія въ ВЫСОЧАЙШІЙ приказъ по гражданскому вѣдомству, имѣю честь покорнѣйше просить Ваше Высокопревосходительство, во вниманіе къ тому, что изъясненное распоряженіе высшаго правительства пріобрѣтетъ особливую важность, если оно послѣдуетъ въ ближайшій промежутокъ времени послѣ подачи вышеуказанныхъ демонстративныхъ прошеній должностныхъ лицъ, - не отказать въ зависящемъ распоряженіи, чтобы означенныя статьи были распубликованы на ближайшихъ дняхъ и при томъ не позднѣе среды 16 сего февраля, когда въ Государственной Думѣ будутъ обсуждаться вопросы по высшей школѣ.

Примите увѣреніе въ совершенномъ моемъ почтеніи и истинной преданности



ОСВѢДОМИТЕЛЬНОЕ БЮРО
при
ГЛАВНОМЪ УПРАВЛЕНІИ
по
ДѢЛАМЪ ПЕЧАТИ.

Спб. Фонтанка, 57.
Телеф. Бюро. Завѣдыв. Бюро 233—88. Сотрудниковъ 275—01. Секрет. части и Дежурн. по Бюро 249—78.

№ 3825. Подлежитъ возврату.
возвр.

Московская печать.

Русское Слово

Привѣтствія.
ИМПЕРАТОРСКАГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Профессоромъ московскаго университета академикомъ В. И. Вернадскимъ, по случаю оставленія имъ каѳедры, получена слѣдующая телеграмма отъ Императорскаго минералогическаго общества:

«Императорское петербургское минералогическое общество, узнавъ о вынужденномъ оставленіи вами каѳедры минералогіи въ московскомъ университетѣ,—каѳедры, на которой вы такъ плодотворно и съ такой пользой для минералогической науки работали, шлетъ вамъ, а въ вашемъ лицѣ и товарищамъ, покинувшимъ вмѣстѣ съ вами университетъ, выраженіе глубокаго сочувствія и сожалѣнія. Общество хочетъ вѣрить, что старѣйшій русскій университетъ выйдетъ невредимымъ изъ переживаемыхъ потрясеній, и что незаслуженныя научныя силы вновь получатъ возможность плодотворно и достойно работать для русской науки и для русскаго просвѣщенія».

Распыленіе научныхъ силъ.
(Къ годовщинѣ ухода профессоровъ).

СРЕДИ ПРОФЕССОРОВЪ.

Прошелъ ровно годъ съ того дня, когда, по распоряженію свыше, московскій университетъ лишился своего президіума, а затѣмъ уже добровольно стали покидать его и всѣ лучшія научныя и преподавательскія силы. Въ короткое время университетъ потерялъ тогда свыше двадцати своихъ лучшихъ профессоровъ и около ста приватъ-доцентовъ и младшихъ преподавателей.

работаетъ у себя въ деревнѣ, только разъ въ двѣ недѣли пріѣзжая въ Москву.

Научно-литературной дѣятельностью занялся и другой видный юристъ—проф. А. С. Алексѣевъ. Недавно А. С. закончилъ одну работу—«Еллинекъ и его научное наслѣдіе»—и сейчасъ занятъ другой—«О чрезвычайномъ указѣ».

Кромѣ литературной работы, много времени отнимаетъ у А. С. Алексѣева

Любопытно, что телеграмма найдена не в подшивках упомянутой газеты за февраль 1911 г. Она хранится в том же деле об увольнении профессоров, вырезанная и наклеенная на бланк Осведомительного бюро по делам печати.

Общественный резонанс профессорской акции был весьма велик. Широкие круги российской общественности еще долго обсуждали все перипетии этого события. Отголоски профессорского исхода можно было найти и через год в той же газете. В статье под характерным названием "Распыление научных сил" автор с плохо скрываемым сожалением пишет о фактическом крахе многих научных школ, возглавляемых ранее изгнанными из Университета профессорами.

Интересно, что эта статья была найдена в том же самом деле. Приходится только удивляться тому исключительному вниманию со стороны Охранного отделения, которое уделялось конфликту между профессорами Университета и чиновниками Министерства. Насколько же было велико возмущение российской общественности, если даже через год после упомянутых событий острота обсуждения в прессе не снижалась!

СПИСОК АВТОРОВ РАЗДЕЛА "НАУКА"

Довбиш Андрей Леонидович, Передельский В.А., Безруков К.В., Васильева И.Ю., Гуров Е.И., ОАО "Криогенмаш", проспект Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907
e-mail: viacheslav_peredelski@cryogenmash.ru

Артамонов Евгений Анатольевич, гл. инженер, зам. генерального директора ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва

Завьялов В.И. ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва

Щанкина Вера Геннадьевна, аспирант, мл. науч. сотр.
ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР",
тел.: +7 (48762) 7-18-18 (доб. 4-09), vesat@yandex.ru

Ерохов В.И., профессор Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), д.т.н., Заслуженный деятель науки РФ

Гусев Д.И., Разливинская С.В., Жданович О.А., Владимирский государственный университет.

Богатиков Б.Ф., Васичева Л.Г.

Dovbish A.L., Peredelski V.A., Bezrukov K.V., Vasilieva I.Yu., Gurov E.I., 143907,
e-mail: viacheslav_peredelski@cryogenmash.ru

Artamonov Evgeny Anatol'evich, chief engineer, deputy general director of JSC "Gazprom Promgaz", Moscow

Zav'yalov V.I., OAO "Gazprom Promgaz", Moscow

Shchankina Vera Gennad'evna, post-graduate student, junior researcher LLC "NIAP-Catalyst", +7 (48762) 7-18-18 (4-09), vesat@yandex.ru

Erohov V.I., Professor of the Moscow State Engineering University (MAMI), PhD, Honored Worker of Science

Gusev D.I. Razlivinskaya C.B., Zhdanovich O.A. Vladimir state university

Bogatikov B.F. Vasicheva L.G.

"Автосиб – 2013"
Выставка индустрии транспорта, логистики, инфраструктурных проектов дорожно-транспортного комплекса

С 5 по 8 июня крупнейший региональный выставочный организатор "ITE Сибирская Ярмарка" провел в новосибирском Экспоцентре ведущую автовыставку Сибири "АвтоСиб – 2013", на которой собрались крупнейшие региональные, федеральные и мировые компании и эксперты автомобильной отрасли.

Это масштабное мероприятие, основной темой которого стало инновационное развитие дорожно-транспортного комплекса, собрало представителей 169 компаний, представляющих 6 стран и 25 городов России. Экспозиция выставок занимает 18 тыс. м^2 площадей МВК "Новосибирск Экспоцентр".

В работе выставки принял участие министр транспорта РФ Максим Соколов, который вместе с губернатором Василием Юрченко ознакомился с инновационными разработками и крупнейшими проектами дорожно-транспортной инфраструктуры региона.

Особый интерес высоких гостей, участников и посетителей выставки был проявлен к стенду "КАМАЗа". В частности, почетным гостям была представлена техника компании "КАМАЗ", которая работает на природном газе. Как рассказал представитель компании дистрибьютора ООО "РариТЭК" Марат Баширов, – "...за Уралом уже эксплуатируется более 30 единиц техники, из них 23 – в городе Новосибирске. Причем все они принадлежат ПСК "Сибирь" – одной из крупнейших строительных компаний в регионе."

Были представлены две модели из модельного ряда ГБА КАМАЗ с газовыми двигателями КАМАЗ:

1. Вакуумная машина КО-505АГ на базе шасси КАМАЗ-65115-30;

2. Автомобиль-самосвал КАМАЗ-6520-35.

Василий Юрченко сообщил Максиму Соколову, что сейчас решается вопрос с компанией "Газпром" по строительству на территории региона газовых заправочных станций, в планах – перевести на газ общественный транспорт, а также сельскохозяйственную технику. Максим Соколов отметил, что это перспективное направление, особенно в крупных городах.

"РОСНЕФТЬ" К ОЛИМПИАДЕ ОСНАСТИТ ВСЕ АЗС В СОЧИ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ГАЗОМ

Крупнейшая российская нефтяная компания "Роснефть" к олимпийским играм оснастит все автозаправочные станции в Сочи установками для заправки автомобилей газом, сообщил глава компании Игорь Сечин.

"Мы с "Фольксвагеном" будем осуществлять пилотную программу по заправке автомобилей в Сочи. Все заправки "Роснефти" будут оборудованы такими комплексами для заправки газом", – заявил Игорь Сечин журналистам.

Со своей стороны гендиректор "Фольксваген Груп Рус" Маркус Озегович сообщил, что автоконцерн уже давно выпускает модели с газовыми двигателями, которые пока на две тысячи евро дороже обычных моделей, но по мере роста объемов производства они будут дешеветь.

"Роснефть" подписала целый ряд соглашений, направленных на расширение использования газомоторного топлива, в том числе с российской "дочкой" Volkswagen, с КамАЗом и РЖД . Ранее на совещании у президента РФ было объявлено, что "Роснефть" намерена выделить до 60 млрд руб. на строительство в России почти 1 тыс. газозаправочных станций.

Глава правительства РФ Дмитрий Медведев недавно поставил амбициозную задачу: перевести на газ не менее 50 % общественного транспорта в крупных городах. Президент РФ Владимир Путин во вторник потребовал от кабинета министров оперативно согласовать все спорные моменты и принять необходимые решения для расширения использования газомоторного топлива. Президент также выступил за то, чтобы поощрять покупателей "газовых" автомобилей льготами.

"Прайм"
(Агенство экономической информации)

СЕНАТОРЫ ПОДГОТОВИЛИ ЗАКОНОПРОЕКТ О БОЛЕЕ ШИРОКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

По мнению одного из авторов документа Бато-Жаргала Жамбалнимбуева, применение этого вида топлива улучшит экологическую ситуацию в населенных пунктах

Сенаторы подготовили законопроект, направленный на стимулирование более широкого использования газового моторного топлива в России и совершенствование нормативно-правовой базы в этой сфере. Об этом сообщает пресс-служба Совета Федерации.

"Расширение использования газового моторного топлива повысит конкуренцию на топливном рынке. А это – одно из главных условий сдерживания цен", – считает один из авторов документа, член Комитета СФ по бюджету и финансовым рынкам Бато-Жаргал Жамбалнимбуев.

Применение этого вида топлива, по словам сенатора, улучшит экологическую ситуацию в населенных пунктах, особенно в больших городах, а также позволит сэкономить бюджетные средства за счет более низкой стоимости газомоторного топлива. "Сокращение расходов бюджетов всех уровней может составить десятки миллиардов рублей в год, – отметил член СФ. – Эти средства можно будет перенаправить на решение социально важных для страны задач".

Напоминаем, что 13 мая глава кабинета министров провел совещание с вице-премьерами. Одной из тем, обсуждаемых сегодня, стал вопрос перевода общественного транспорта на газ. Дмитрий Медведев заявил, что подписал документ, касающийся перевода автотранспорта на альтернативное топливо, в том числе газ.

РИА ФедералПресс

ПОВСЕМЕСТНЫЙ ПЕРЕВОД ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ГАЗ НЕ ОПРАВДАН

Информационно-экономический ресурс Finam.info (проект инвестиционного холдинга "ФИНАМ") провел онлайн-дискуссию на тему: "Общественный транспорт в России нужно перевести на газ?"

Основная масса пользователей портала, принявших участие в голосовании, считает, что властям не следует торопиться с переводом общественного транспорта на использование газового топлива, так как в ряде случаев имеет смысл использовать дизели и электротранспорт.

Глава правительства РФ Дмитрий Медведев подписал постановление, предусматривающее перевод не менее 50 % общественного транспорта страны на использование газового топлива. Соответствующая нормативно-правовая база будет подготовлена и принята в течение текущего года. По мнению премьер-министра, перевод общественного транспорта на альтернативные виды топлива сделает Россию страной более экологичной, а "Газпром" и другие производители газа вызвались помочь с созданием соответствующей инфраструктуры. В то же время, в Москве была приостановлена эксплуатация автобусов, работающих на газовом оборудовании – данное решение было принято после взрыва газового баллона, в результате которого были ранены женщина и девочка.

В необходимости перевода общественного транспорта на использование газового топлива уверен исполнительный директор аналитического агентства "Автостат" Сергей Удалов. "Здесь возможны административные рычаги и, во-вторых, это большой объем, с помощью которого можно будет потом наращивать инфраструктуру, – говорит эксперт. – Ключевой момент в том, что первично – курица или яйцо: сперва инфраструктуру делать или сначала обеспечить большое потребление газа? И поэтому подход такой, что вначале надо набрать парк, который будет работать на газе, потом за счет больших объемов окупятся инфраструктурные инвестиции. Но, в принципе, здесь два момента – в этом заинтересован "Газпром", чтобы увеличить внутреннее потребление газа, потому что снижается экспорт. А большой парк – это плюс для “Газпрома”. Здесь есть резон и для потребителей, потому что это будет экономичнее. На эксплуатации автомобиля на газе можно будет существенно экономить, по сравнению с эксплуатацией на бензине. И, возможно, это окажет некоторое давление на бензиновые цены". С мнением г-на Удалова согласны 45 % пользователей портала Finam.info, принявших участие в онлайн-дискуссии.

Не торопиться с переводом общественного транспорта с дизельного на газовое топливо призывает ведущий специалист отдела развития компании "Эшелон геолайф" Михаил Каштанов: "Если говорить о наземном общественном транспорте в Москве в целом, то мы считаем, что его функции не нужно сводить к магистральным, т.е. не дублировать ветки метро. Мощное радиальное направление лучше направить в сторону железных дорог или трамвайных линий, там, где это возможно. А именно автобус, как общественный транспорт с двигателем внутреннего сгорания, нужно использовать в качестве подвозящего. В данном случае вряд ли будет существенно, на каком топливе они работают, актуальность этого вопроса уменьшится. Безусловно, они должны соответствовать современному экологическому классу, т.е. не должны быть дымящими и коптящими, но при этом работать на дизельном топливе – иногда это будет более существенный вопрос. А там, где это возможно, отдавать предпочтение электротранспорту – троллейбусам, трамваям. Тем более, что в использовании троллейбусов Москва обладает колоссальным опытом, растрачивать который было бы совершенно нерационально".

Позицию г-на Каштанова разделили 55 % участников он-лайн-дискуссии, организованной на портале Finam.info.

Отдел по связям с общественностью и СМИ инвестиционного холдинга "ФИНАМ"

В КУРСКЕ ОТКРЫЛИСЬ ГАЗОВЫЕ ЗАПРАВКИ

Шесть газовых заправок ОАО "Газпром газэнергосеть" начали работать в 2013 г. в Курске. Все станции оформлены в фирменном стиле и предлагают своим клиентам качественное газомоторное топливо (пропан-бутан) производства заводов ОАО "Газпром".

Сеть АГЗС "Газпром газэнергосеть" в Курске – возможность без проблем заправляться газом в черте города.

ОАО "Газпром газэнергосеть" не только эксплуатирует розничную сеть по реализации газомоторного топлива и нефтепродуктов в регионах РФ, но и выступает партнером региональных и местных администраций совместно с которыми реализуются проекты по переводу на газ муниципального общественного транспорта. В соседней Белгородской области с 2002 г. ООО "Газэнергосеть Белгород" является партнером областной администрации по переводу на газ автомобильной техники, находящейся в ведении областных и районных властей. Использование газа в качестве моторного топлива позволяет белгородцам значительно сэкономить бюджетные средства, которые идут на содержание транспорта и покупку ГСМ. Коммерческие предприятия также активно переводят автотехнику на газ и экономят на топливе.

Водителям на заметку

По сравнению с традиционными нефтепродуктами газ – более дешевое, экологичное и совершенно безвредное для двигателя топливо. Срок службы двигателя, работающего на газе, увеличивается в полтора-два раза. При сгорании газа образуется меньше твердых частиц и золы, вызывающих повышенный износ цилиндров и поршней двигателя. Кроме того, срок службы свечей и масла увеличивается в разы. Литр газа в Курске стоит около 14 руб., так что экономические преимущества газа очевидны. При использовании газа экономия на топливе составляет около 30 %, а может достигать и 50 %. При среднем пробеге в 1,5...2,0 тыс. км в месяц с одного автомобиля можно получить экономию в 3...4 тыс. руб. Чем выше октановое число топлива, тем выше его качество. У газа среднее октановое число – 105, бензин в зависимости от марки имеет октановое число 92, 95, 98. Для больших городов важно и то, что газ – чистое топливо, позволяющее до минимума сократить вредные выбросы в атмосферу.

Показатель	Бензин			Газ				
	ПАЗ-3205 КАВЗ-3976	Газель	ВАЗ	ПАЗ-3205 КАВЗ-2976	Газель инж.	Газель впрыск	ВАЗ инж.	ВАЗ впрыск
Норма расхода топлива на 100 км*, л	32,0	17,0	8,8	38,0	20,0	18,0	10,0	9,0
Стоимость топлива за 1 л**, руб.	27,10	27,10	27,10	15,40	15,40	15,40	15,40	15,40
Стоимость 1000 км пробега, руб.	8 672,00	4 607,00	2 384,80	5 913,60	3 080,00	2 772,00	1 540,00	1 386,00
Себестоимость оборудования***, руб.				18 259,00	15 712,00	27 967,00	13 183,00	26 332,00
Экономический эффект при работе на газомоторном топливе с 1000 км, руб.				2 758,40	1 527,00	1 835,00	844,80	998,80
Срок окупаемости по пробегу автомобиля, км				6 619	10 289	15 241	15 605	26 354

* – нормы расхода топлива взяты из паспортных данных ТС.

** – стоимость по состоянию на май 2012 г., за основу приняты цены бензина на АЗС "Роснефть" и газа на АГЗС ООО "ГЭС Белгород".

*** – стоимость по состоянию на май 2012 г.

ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО: СЕКТОР ГАЗА

Кирилл Милешкин

Пропан-бутан и метан как моторное топливо – давно не экзотика. Почему же, при всех очевидных плюсах, они до сих пор пребывают на вторых ролях?

Готовое решение

Какие только идеи не выдвигают автопроизводители, чтобы снизить уровень вредных выбросов своих моделей. Гибриды, электромобили, топливные элементы – целая череда инновационных, чрезвычайно перспективных и (что для нас гораздо важнее!) недешевых решений. Их высокая стоимость производителю не помеха, все равно банкет оплатят покупатели серийных машин. Однако есть альтернатива, причем куда более доступная для большинства потребителей, а потому и более реальная, – газ. Он дешевле, чем бензин или дизельное топливо, его выхлоп чище, и все технологии давно отработаны. Смесью пропана и бутана в России заправляют довольно много автомобилей, но их доля в масштабах большой страны не превышает 1 %. Хотя сеть газовых заправок и не сравнить с распространенностью бензоколонок, заполнить баллоны можно без особых проблем и в любом городе, и на трассе.

Но это топливо не выглядит логичной альтернативой – его получают при перегонке все той же нефти, а значит, и закончится оно одновременно с нею. Куда перспективнее метан. Его ресурсы истощаются не столь высокими темпами, как мировые запасы "черного золота", да и добыча этого газа обходится даже дешевле, чем получение пропан-бутана. К тому же он дружелюбнее к атмосфере. Но и ему далеко до победного шествия по миру.

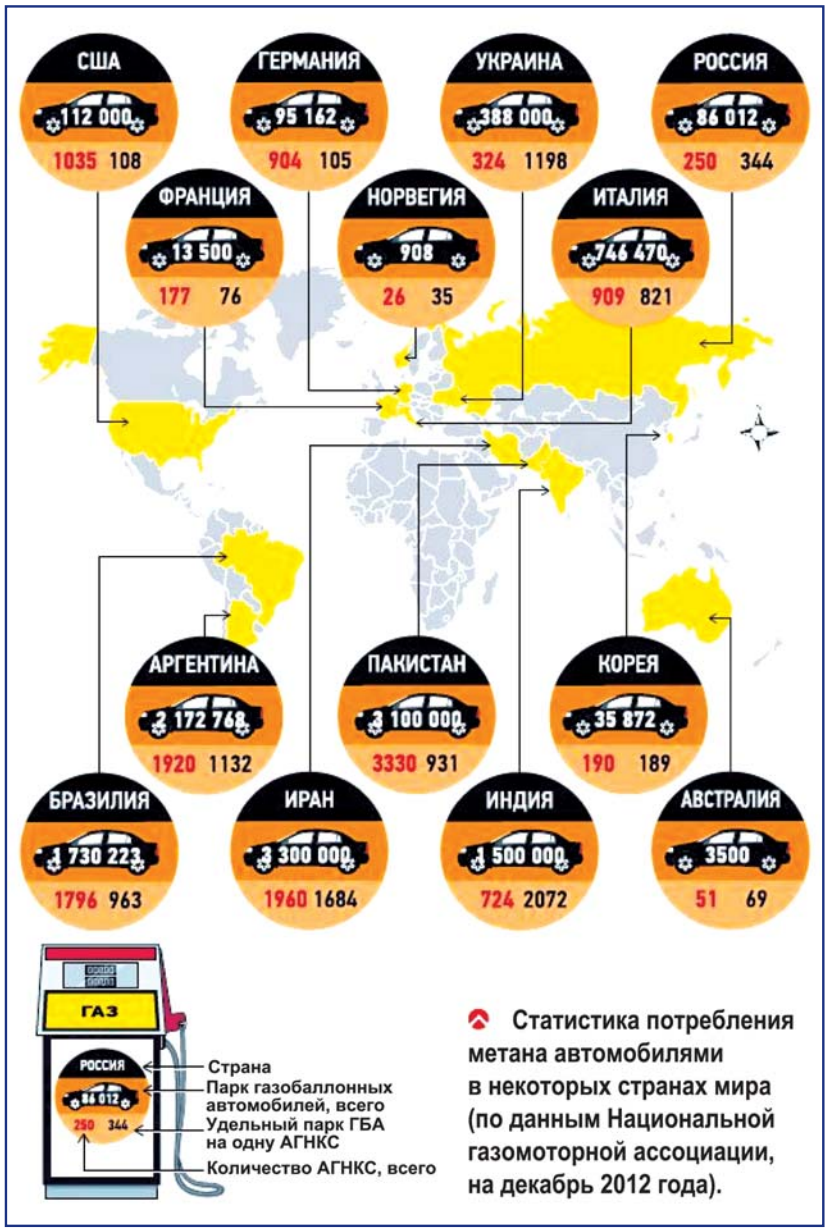
Подайте на развитие!

Примечательно, что во всей России с ее огромными запасами природного газа построено только около 250 газонакопительных метановых станций. Даже в Москве и области едва наберется десяток. Частного автовладельца такая хилая инфраструктура не вдохновит, а развивать ее никто не спешит. Что же тормозит процесс? Прежде всего стоимость возведения автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС). Особенности хранения метана, а также более сложная (по сравнению с пропан-бутаном) система закачки этого газа в баллоны требуют серьезных вложений в оборудование, а большой срок окупаемости (из-за небольшого потока клиентов) сразу ставит крест на инициативе. Крупные инвестиции с отдачей в отдаленной перспективе по карману лишь считанным компаниям. За дело готов взяться богатый "Газпром". Монополисту принадлежит 208 АГНКС в стране и еще несколько за рубежом. В нынешнем году газовщики приступают к массовому строительству дополнительных объектов. Проект свяжут с газификацией регионов. В "Газпроме" надеются, что к их заправкам со временем потянутся и частники, что выведет систему на следующий уровень развития.

Есть и другие трудности. Например, недостаток комплектующих отечественного производства, устаревшие ГОСТы. А кроме того, просто не хватает квалифицированного персонала.

Как у них?

Задавшись этим вопросом, первым делом обратимся к развитым странам. Уж они-то и деньги умеют считать, и в борьбе за экологию все кулаки сбили, и о независимости от нефти мечтают. Статистика развеяла сложившийся миф. В Германии и США, вместе взятых, количество потребляющих газ машин, по данным Национальной газомоторной ассоциации, составляет чуть более 200 000 ед. У остальных еще меньше. Разве что у итальянцев около 750 000 автомобилей с газобаллонным оборудованием. Зато в развивающихся или откровенно бедных странах таких машин в избытке. В Китае, Индии и Бразилии их больше чем полтора



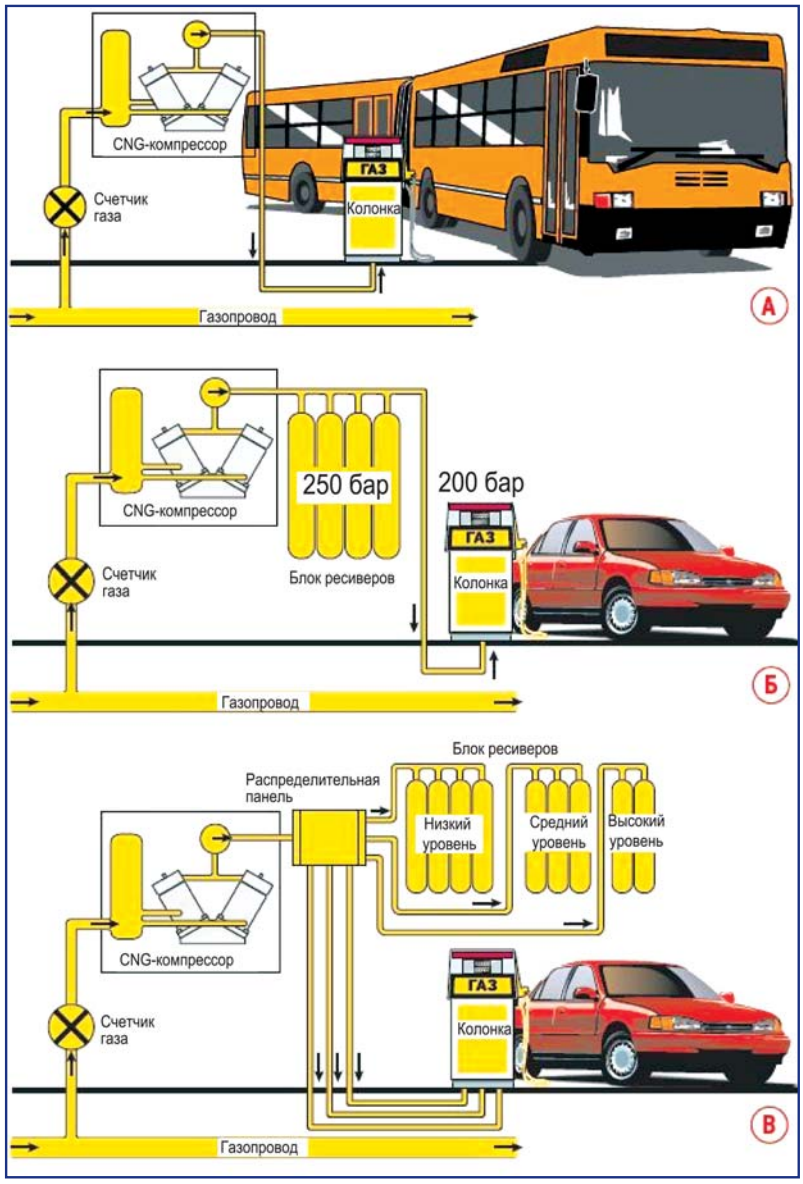
Статистика потребления метана автомобилями в некоторых странах мира (по данным Национальной газомоторной ассоциации, на декабрь 2012 года).

миллиона, в Аргентине – более двух миллионов. Чемпионы – Иран и Пакистан: в каждой из этих стран свыше трех миллионов автомобилей ездит на газе.

В том или ином виде покупку газового транспорта поощряют правительства многих стран. Некоторые из их приемов стоило бы взять на вооружение в России. Так, в Швеции и США машинам на метане дозволено въезжать на выделенные для автобусов полосы, во Франции, Италии и Иране предприятия с транспортом на газе получают преимущество при распределении госзаказов, а немецкие такси на метане имеют право внеочередной посадки пассажиров в аэропортах. В большинстве стран власти частично компенсируют затраты на переоборудование автомобилей и строительство заправок, освобождают от налогов, не облагают ввозными пошлинами импортное оборудование и комплектующие. Естественно, интерес к газу появляется и у обычных автомобилистов – и спрос рождает предложение. Многие крупные автофирмы выпускают модели в двухтопливных версиях, работающих как на бензине, так и на пропан-бутане или метане. В их числе БМВ, "Пежо", "Фольксваген", "Форд", "Вольво", "Мерседес" и др. Но всеядность стоит денег. Если за двухтопливные УАЗы и ВАЗы с установкой баллонов и оборудования наши заводы просят дополнительно 30 000...40 000 руб., то "Джи-Эм" сделает то же самое со своим пикапом за 11 000 долларов.

Делайте ваши ставки

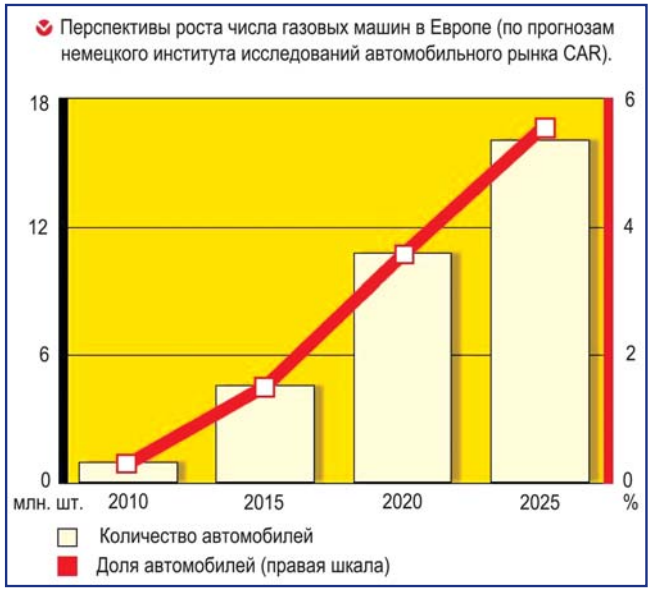
В России свыше 100 000 газобаллонных машин. В ближайшие пятьдесят лет массовой переориентации на новое топливо в стране не произойдет, хотя небольшие шаги в этом направлении намечены. Ведь именно газовые модификации наиболее перспективны в наших условиях. Да-да, не электромобили, не гибриды, а именно автомобили на метане! Веских причин тому несколько. Во-первых, природного газа у нас много. Во-вторых, строить новые заправки вряд ли дороже, чем перестраивать всю энергетическую систему с оглядкой на массовый приток электромобилей. А в-третьих, автомобиль на газе – самая дешевая на сегодняшний день и перспективная альтернатива как при покупке, так и в эксплуатации (см. графики). Это и является основным стимулом покупательского спроса, а вовсе не громкие заявления о фантастических технологиях и нулевом выхлопе. Кстати, в условиях нашего климата и чрезвычайно низкого уровня использования возобновляемых источников энергии (солнечные батареи, ветряки и т.д.), а также неразвитой утилизационной схемы электромобиль вряд ли окажется более экологичным. Таков наш взгляд на наиболее рациональный путь развития автопарка России. Каким путем оно пойдет, во многом зависит от того, куда будет выгодно вкладывать средства и чьи интересы будут пролоббированы.



При заправке метаном возможны две схемы. В так называемых медленных АГНКС (рис. А) компрессор нагнетает газ напрямую в автомобиль. Процесс небыстрый и подойдет для ночующих в парке машин. Быстрые АГНКС наполняют газом чуть дольше, чем обычные АЗС – бензином. Секрет в наличии ресиверов, где газ накоплен под давлением заранее. Примечательно, что в однолинейной системе (рис. Б) для заправки доступно только 20 % подготовленного газа. Если взять больше, компрессор не успеет восстановить нужное давление. Для колонок с большим количеством клиентов строят многолинейные схемы (рис. В). В них несколько блоков ресиверов опустошаются независимо друг от друга. В итоге можно выкачать до половины запасенного в них метана.

Давно забытое старое

Постановление Правительства РФ от 15 января 1993 г. № 31 "О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом" никто не отменял. А в соответствии с ним максимальная стоимость сжатого природного газа, отпускаемого на АГНКС, не должна превышать половины стоимости бензина А-76, продаваемого в том же регионе. Сегодня это означает, что сжатый метан должен быть в 3 (!) раза дешевле высокооктанового бензина.



Перспективы роста числа газовых машин в Европе (по прогнозам немецкого института исследований автомобильного рынка CAR)

Меньше всего проблем с размещением газовых баллонов в автобусе: на его крыше достаточно места. В грузовике страдает грузоподъемность, в легковом автомобиле – объем багажного отсека или бензобака, а иногда в жертву приносят запасное колесо

Прикинем выгоду

Автомобиль	Экономия относительно бензиновой машины, руб./100 км	Разница в стоимости с бензиновой машиной, руб.	Примерный срок окупаемости, км
“Лада-Приора CNG” (метан)	160	40 000	25 000
“Лада-Эллада” (электромобиль)	237	800 000	337 000
“Тойота-Приус” (гибрид)	64	330 000	515 000

Нехитрые расчеты показывают, на каком пробеге владелец экологичной машины отобьет переплату при покупке. Мы рассмотрели только главный фактор – разницу в стоимости топлива. Для электромобиля выбран самый выгодный, ночной тариф. В качестве бензинового аналога для "Тойоты-Приус" взята "Тойота-Аурис" с мотором 1,6 л и вариатором.

Что есть что

Пропан-бутан – сжиженный углеводородный газ. Его получают из так называемых попутных нефтяных газов, которые выделяются в процессе добычи и перегонки "черного золота". Для сохранения в жидком виде его держат под давлением около 16 атм. Метан как топливо – это сжатый природный газ. Хранят его под давлением 200 атм, поэтому требования к прочности емкостей особые. Масса баллонов из обычной стали оказывается немалой, поэтому целесообразно устанавливать метановые системы на грузовики и автобусы, а для легкового газобаллонного оборудования применять композитные материалы. Практически все автомобили, использующие газовое топливо, могут работать и на бензине. Это необходимо, скажем, для пуска и прогрева мотора при низких температурах.

За рулем

"Роснефть" в 2012 г. незаконно сожгла на факельных установках в ХМАО свыше 380 млн м^3 ПНГ

Природоохранная прокуратура Ханты-Мансийского автономного округа – Югры провела проверку соблюдения требований законодательства о недрах при добыче и утилизации попутного газа на территории округа предприятиями топливно-энергетического комплекса.

Установлено, что ОАО "НК "Роснефть" на протяжении всего 2012 г. нерационально использовало попутный нефтяной газ, добываемый на Петелинском, Среднеугутском, Приразломном, Фаинском и Малобалыкском нефтегазовых месторождениях.

Только за 2012 г. предприятием незаконно на факельных установках сожжено свыше 380 млн м^3 попутного нефтяного газа, добытого на указанных месторождениях.

В связи с этим природоохранная прокуратура обратилась в Нефтеюганский районный суд с требованием обязать ОАО "НК "Роснефть" обеспечить надлежащую утилизацию попутного нефтяного газа.

Суд, рассмотрев исковые требования прокурора, удовлетворил их в полном объеме, пишет www.lawtek.ru.

Прокуратура ХМАО выявила в Когалыме нарушение требований лицензионного законодательства при обращении с ПНГ

Ханты-Мансийским межрайонным природоохранным прокурором проведена проверка соблюдения субъектами предпринимательской деятельности законодательства о промышленной безопасности при обращении с попутным нефтяным газом. В ходе проверки установлено, что в Когалыме компания "Энергонефтеспецстрой" осуществляла эксплуатацию опасного производственного объекта – сети газопотребления, с нарушениями требований лицензионного законодательства.

Также установлено, что для отопления 5 жилых вагончиков и складского помещения, находящихся на производственной базе, обществом используется газорегуляторный пункт шкафной, работающий на попутном нефтяном газе, поставляемом ОАО "Когалымгоргаз". Между тем, лицензии на осуществление деятельности по эксплуатации взрывопожароопасного производственного объекта общество не имело, сообщает пресс-служба прокуратуры ХМАО.

По факту выявленного нарушения Ханты-Мансийским межрайонным природоохранным прокурором в арбитражный суд ХМАО–Югра направлено заявление о привлечении ООО "Энергонефтеспецстрой" к административной ответственности, предусмотренной ч. 2 ст. 14.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях – осуществление предпринимательской деятельности без специального разрешения (лицензии), если такое разрешение (лицензия) обязательны.

Решением арбитражного суда требования прокурора удовлетворены в полном объеме, общество признано виновным в совершении административного правонарушения и ему назначено наказание в виде штрафа.

Источник: *Самотлор-Экспресс*

КАК ВЫЖИТЬ ПОСЛЕ СЛАНЦЕВОЙ РЕВОЛЮЦИИ?

Владимир Милов, генеральный директор ООО "Институт энергетической политики"

Кто владеет нефтью и газом, находится в исключительном геополитическом положении. Но только пока. Скоро конкуренция на рынке энергоресурсов станет обычным явлением, а казавшееся незыблемым положение импортеров пошатнется.

Альтернатив было не видно

В энергетике все только кажется стабильным и предсказуемым. Однако даже в недавней истории есть примеры реализации сценариев, которых никто не ожидал. Когда более десяти лет назад мы работали над Энергетической стратегией России до 2020 г., аналитики Министерства энергетики прогнозировали, что добыча нефти в России к 2020 г. по максимальному сценарию составит 350 млн т в год. Сейчас это смешно, но тогда смешно не было. В 1990-х был период очень длительного падения, стагнации. Не удивительно, что ученые на базе своих инертных воззрений таким видели самый оптимистичный вариант развития событий. Но уже в декабре 2001 г. стало известно, что по итогам года добыто 345 млн т. Внезапный рост был связан с приватизацией отрасли. Частные компании взялись за интенсификацию разработки месторождений и получили результат, существенно отличавшийся от всех теоретических выкладок.

Примерно то же самое мы наблюдаем сейчас на глобальном энергетическом рынке. Стали очевидны важные конкурентные тенденции, которых еще несколько лет назад абсолютно никто не прогнозировал. Если вспомнить ситуацию семи-восьмилетней давности, то картина казалась полностью предсказуемой.

Есть десяток стран, которые в совокупности примерно производят 6 % мирового ВВП, но при этом контролируют две трети мировых запасов углеводородов. Это страны Персидского залива, Россия, Венесуэла. И при этом есть страны, производящие 90 % мирового ВВП, но имеющие 10 % запасов углеводородов. Это все крупнейшие экономики – США, Евросоюз, Китай, Япония, Индия. Причем этот дисбаланс со временем только усиливался, потому что добыча, топливные резервуары и запасы в крупных экономиках истощались. Предполагали, что и в дальнейшем будет расти зависимость от нескольких крупных поставщиков энергоресурсов. Альтернатив было не видно. Это обуславливало конкуренцию стран-потребителей – кто лучше договорится с поставщиками, и привносило весомую геополитическую составляющую.

Но за несколько лет ситуация кардинально изменилась. Изменилась навсегда. Она уже не вернется к доминированию некоторых крупных поставщиков. Сейчас России и другим нефтедобывающим странам пора задуматься, а что они будут делать с этой изменяющейся ситуацией.

В положении "советской буфетчицы"

То, что мы наблюдаем в нефтегазовой сфере, примерно сопоставимо с тем, что сто лет назад происходило с каменным углем. Уголь был чемпионом, черным золотом, главной энергетической валютой мира. Но внезапно, с развитием транспортных средств, которые работали на продуктах переработки нефти, уголь потерял стратегическое значение. И хотя он до сих пор играет серьезную роль в энергетическом балансе, он стал "просто углем".

Угольный рынок стал намного более конкурентным, чем нефтегазовый. Не было таких глобальных всплесков цен, связанных с ожиданием дефицита и т.д. Получилась более сбалансированная картинка. Россия в результате угольных реформ стала экспортером угля, но сверхприбылей никто из этого не извлекает. Подобная ситуация в перспективе, скорее всего, нас ожидает и на рынке нефти и газа. Углеводороды по-прежнему будут производиться, потребляться и экспортироваться. Но фактора сверхприбыли и геополитической значимости, вокруг которого мы привыкли надувать щеки, уже в ближайшее время не будет. Он сдуется, как воздушный шарик.

Однако мы строили свои предположения на том, что всегда будем на нефтегазовом рынке в роли одного из немногих значимых игроков, к нам будет стоять очередь, а мы сможем рассуждать как советская буфетчица: "Вас много, а я одна". Мне кажется, что исходя из стратегических тенденций, которые были в нашей политике в последние годы, мы не готовы к изменению ситуации. Могу напомнить, что четыре года назад, 21 апреля 2009 г. Дмитрий Медведев, тогдашний президент, обозначил основные пути России в международном энергетическом сотрудничестве. Он опирался на то, что потребление энергоресурсов в мире будет увеличиваться, спрос на услуги ограниченного круга богатых углеводородами стран будет только расти. А, значит, у производителей нефти и газа будет возможность диктовать условия, заключать долгосрочные контракты с большими гарантиями.

Революция в последствиях

Но сегодня мы видим, что конкуренция приходит в самые инертные сферы, где никто никогда не ожидал, что она возможна. И яркое тому свидетельство – сланцевая революция. Не останавливаясь подробно на самом явлении, поговорим об основных его последствиях. Я бы выделил три типа таких последствий.

Первое – это собственно последствия для мирового рынка газа, который в значительной степени был зависим от очень узкого круга поставщиков и обладал высокой инертностью из-за того, что нуждался в дорогостоящей инфраструктуре, обеспечивающей доставку сырья из пункта А в пункт Б.

Газ – это не нефть, которую рентабельно бочками возить из одной точки земного шара в любую другую. Теперь же мы приходим к ситуации, когда газ смещается в ту же сферу, что и уголь. Он есть везде, его добывают многие страны. Никто не попадает в геополитическую зависимость от поставщиков угля, если его не получается приобрести в одном месте, всегда можно обратиться в другое.

Сходная картина становится все более очевидной и для природного газа в результате сланцевой революции. Вопрос не только в том, что американский рынок закрылся, а в том, что, во-первых, запасы сланцевого газа есть и в других странах. И прежде всего в том самом Азиатско-Тихоокеан-

ском регионе, который считается основным перспективным потребителем, так как здесь находятся зависимые от импорта страны с растущими экономиками.

Ситуация на рынке природного газа изменилась навсегда. Сжимается та территория, где поставщики могут диктовать условия. Даже в Восточной Европе, где мы всегда безраздельно доминировали, начинают разрабатываться собственные сланцевые запасы. Строятся терминалы СПГ в Литве, Польше, Румынии, Хорватии, Турции, куда может поступать и тот же американский газ. Ведь Америка теперь стала экспортером.

Нефть — на очереди

Второе последствие сланцевой революции в том, что она начинает сильно влиять на рынок нефти. Здесь происходят те же самые процессы более активной разработки нетрадиционных запасов. И шельф, и сланцы, и малопроницаемые пласты.

На основе теории известного геофизика Кинга Хабберта мы предполагали, что добыча нефти в мире когда-то неизбежно достигнет пика, после чего будет только падать. Начнутся ресурсные войны, цены поднимутся до заоблачных высот. Что же произошло в последние 10 лет за счет развития добычи нетрадиционных источников нефти в Соединенных Штатах? Мы видим, что в отличие от того, что писали ученые, и любят повторять консервативные геологи, у кривой добычи есть как минимум еще один пик.

Добыча нефти в США начиная с 2005 г. начала резко расти, увеличилась на 20 %. Остановки этому процессу не видно. Напротив, есть перспективы развития добычи из нетрадиционных источников на фоне не менее важного процесса экономии, проведения политики по сдерживанию спроса на нефть. Мы видим, что впервые появился прогноз (выполнен Международным энергетическим агентством в ноябре 2012 г.), в котором сказано, что в 2020 г. США перестанут быть нетто-импортером нефти, собственные добыча и потребление сравняются. В результате этот рынок для импорта нефти закроется.

Думаю, не надо говорить о том, какие у этого могут быть стратегические долгосрочные последствия. Мало того, что нетто-импорт США сегодня составляет примерно треть от нетто-импорта так называемой "большой пятерки" крупнейших потребителей нефти (США, ЕС, Китай, Япония, Индия). Важнее то, что спрос на нефть будет сокращаться в других странах.

Часто говорят, что экспортеров спасет спрос Китая и Индии. Но так ли это? На сегодняшний день совокупный рост спроса на нефть в Китае и Индии составил 3,7 млн барреля в день к уровню 2005 г. В странах Запада (США, Европа, Япония, Канада) спрос сократился более чем на 4 млн барреля в день. Рост спроса в Китае и Индии не перекрывает его снижение в западных странах. И здесь дело не только в кризисе. Очевидно, что процесс начался до кризиса, и он имеет системный характер. Он – следствие и высоких цен, и технологической революции, и политики, направленной на сокращение потребления.

Если говорить о дальнейших тенденциях, мы видим, что, к примеру, Китай перенимает меры экономии у западных стран и активно их внедряет. Это меры по экономии нефти как источника энергии на транспорте, по переводу грузового и пассажирского парка на другие источники топлива. Это делается централизованно. Руководство Китая прекрасно понимает проблемы, связанные со своей зависимостью от импорта нефти. И, конечно, имея перед собой готовую модель, как с этой зависимостью бороться, они будут ее использовать.

Конец спроса

И, наконец, третью группу последствий описывает отчет аналитиков City под названием "Мировой спрос на нефть. Конец близок". Помните, мы говорили о том, что пика добычи нефти не будет.

Однако появляется другая напасть для тех, кто привык делать сверхприбыли на зависимости покупателей от энергоресурсов. Прогнозируют, что после 2020 г. мировой спрос на нефть достигнет пика, и начнет сокращаться. И дальше уже никогда расти не будет.

В значительной степени это связано с теми мерами экономии нефти, о которых говорилось выше, но не только. Во многом это следствие той самой сланцевой революции, которую все сейчас обсуждают. Почему? Потому что удалось найти глобальную альтернативу нефти как источнику энергии на транспорте, и это природный газ. Этот фактор разворачивается сегодня во многих странах-потребителях. Сочетание экономии нефти и значительного перевода транспортных средств на природный газ, изобилие которого мы теперь наблюдаем, может привести к падению спроса на нефть. Это нечто совсем новое на мировом энергетическом рынке. Раньше никто не говорил об этом всерьез. Считалось, что мировая экономика будет расти, как и уровень жизни во всем мире. Но оказывается, что эти вещи не обязательно взаимосвязаны.

Что делать?

Появление конкуренции на мировом нефтегазовом рынке превращается в действительно серьезную проблему для России. Особенно с учетом того, как многие наши руководители видят ситуацию. К примеру, в своем выступлении глава Газпрома Алексей Миллер говорил, что производство сланцевого газа в США – это пузырь, что фактически нет ни одной рентабельной скважины и т.д. На мой взгляд, если вы занимаетесь бизнесом, и есть какие-то очевидные риски, угрожающие вашей конкурентоспособности, то вы просто обязаны без всякого шапкозакидательства сесть и серьезно эти риски просчитать и выйти со стратегией, как вы сможете на эти риски ответить. Странно говорить, что этих рисков просто не существует. Много есть примеров в мировой истории, чем такой подход заканчивается.

Я среди тех, кто призывает российское руководство и российские энергокомпании учитывать фактор нарастающей глобальной конкуренции на энергетических рынках, который радикально меняет картину растущей зависимости всего мира от нескольких счастливых поставщиков. По газу мы уже теряем рынок в Европе. А по нефти ситуация придет, как минимум, к стабилизации цен, а возможно, и к их снижению. Представьте, если баррель нефти упадет до 80 долл., а с учетом существующих прогнозов, это абсолютно реально, что будет с бюджетом нашей страны в этой ситуации?

Сегодня очень важно полностью переосмыслить нашу глобальную маркетинговую стратегию. Понимать, что теперь будет много разных источников нефти и газа, причем вовсе не только сланцевых. Посмотрите, как активно ведутся разработки на шельфе. Вдруг стала реальной перспектива добычи газа в Черном море и восточном Средиземноморье. Израиль разрабатывает свои месторождения и скоро станет экспортером. Запасы углеводородов есть в Египте, Ливане, Сирии, Греции. Кипр, маленький островок, после 2030 г. может выйти на уровень добычи газа больше 50 млрд м^3 в год при том, что собственное потребление там минимально. Будет расти украинская черноморская добыча. Румыны открыли на шельфе Черного моря крупные запасы газа. В этой ситуации странно тянуть большую дорогостоящую трубу под названием "Южный поток".

Нам нужно учиться быть конкурентоспособным и не рассчитывать на сверхприбыли. И мы умеем это делать! Наши угольщики никогда не были в такой тепличной ситуации, как нефтяники и газовики. Россия (РСФСР) всю свою историю была нетто-импортером угля, т.е. потребляла больше, чем добывала сама. В 1997 г. мы впервые стали нетто-экспортером и теперь на третьем месте в мире после Австралии и Индонезии, обогнав ряд крупнейших игроков этого рынка. Мы умеем работать в конкурентных условиях там, где нет излишних самоуверенности и опеки со стороны государства.

Записала Екатерина Зубкова
Фото автора и Олега Никитина

ВЫРАБОТКА "ЗЕЛЕНОЙ" ЭНЕРГИИ ТРЕМЯ ОБЪЕКТАМИ КОМПАНИИ АЛЬТЭНЕРГО ПРЕВЫСИЛА 13 МЛН КВТ/Ч

Выработка трех объектов "зеленой" энергетики компании АльтЭнерго, расположенных в Белгородской области – ветрогенераторов, солнечных батарей и биогазовой станции "Лучки", превысила 13 млн кВт/ч.

Солнечная электростанция суммарной мощностью 100 кВт, установленная близ хутора Крапивенские Дворы Яковлевского района, включает в себя два типа фотоэлектрических преобразователей: поликристаллические суммарной площадью 170 м^2 и аморфные площадью 876 м^2. Рядом с солнечной электростанцией установлены пять ветрогенераторов, мощность каждого из которых составляет 20 кВт. Расположенные рядом ветрогенераторы и солнечные батареи удачно дополняют друг друга: когда погода портится и поднимается ветер – работают ветрогенераторы, а при ясной погоде энергию активно вырабатывают солнечные панели.

Основную долю генерации объектов ВИЭ АльтЭнерго – порядка 95 % от общего объема, обеспечивает крупнейшая в стране биогазовая станция "Лучки" мощностью 2,4 МВт, расположенная в одноименном селе Прохоровского района. Ежегодно "Лучки" способны перерабатывать 73,4 тыс. т отходов, производя из них 19,6 млн кВт/ч электрической, 18,2 тыс. Гкал тепловой энергии, а также 66,8 тыс. м^3 органических биоудобрений (эффлюента).

ПОИСК СПОСОБОВ УДЕШЕВЛЕНИЯ РАБОТЫ БИОГАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Рабочая группа Белгородского института альтернативной энергетики продолжает поиск заменителей силоса для производства биогаза с целью удешевления производственного процесса.

Дело в том, что биогазовые станции (в том числе крупнейшая в стране биогазовая установка "Лучки", расположенная в Белгородской области), способны успешно перерабатывать практически любые побочные продукты АПК – от навозных стоков до отходов бойни, решая тем самым проблему их накопления. Однако для того, чтобы не только утилизировать отходы, но и получить значительный выход биогаза, необходимо добавлять в ферментаторы растительное сырье, богатое органической составляющей.

Традиционно в качестве растительного сырья на "Лучках" применялся кукурузный силос, который не является собственно отходом и используется для откорма скота. Поэтому рабочая группа Белгородского института альтернативной энергетики занимается подбором сырья, которое сможет заменить кукурузный силос и, соответственно, удешевить производственный процесс биогазовых станций.

Рабочей группой были выбраны наиболее значимые критерии заменителя силоса. Во-первых, данный вид сырья должен являться промышленным отходом, имеющим высокий процент органического сухого вещества. Во-вторых, выход биогаза с тонны альтернативного источника должен быть достаточно высоким. В-третьих, немаловажен вопрос удобной доставки и хранения органического сырья.

Промежуточные итоги исследования и анализ эксперимента по применению данного сырья на биогазовой станции "Лучки", длившегося с ноября по март, показали, что применение отжатого свекловичного жома является перспективным направлением. В частности, применение свекловичного жома позволило биогазовой станции "Лучки" на треть сократить затраты на сырье. Однако данный побочный продукт производства сахарных заводов является сезонным и при длительном хранении теряет свои полезные качества.

На очередном заседании рабочей группы с названием "Применение заменителей силоса для производства биогаза с целью удешевления производственного процесса" был определен дальнейший порядок работы с привлечением специалистов БелГУ и БГТУ им. В.Г. Шухова.

Участники рабочей группы возлагают большие надежды на новую лабораторию Белгородского института альтернативной энергетики, оборудование которой будет установлено уже в следующем месяце. Лаборатория, в состав которой войдет мини-биогазовая установка, позволит проводить эксперименты по применению различных видов сырья с самыми достоверными результатами. Выработанные решения будут применяться для удешевления работы биогазовой станции "Лучки" и последующих биогазовых установок, которые будут построены в Белгородской области.

EnergyLand.info

"ЛАДУ" С ГИБРИДНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ УЖЕ ТЕСТИРУЮТ НА АВТОВАЗЕ

Автомобиль с гибридным двигателем, разработать который должен к 2014 г., уже ездит по зданию Научно-технического центра АвтоВАЗа, утверждает Largus Club. Источник издания, впрочем, сообщил, что автомобиль еще сырой – его еще регулировать и регулировать.

Больше о том, на какой стадии разработки находится гибридная Lada, ничего неизвестно.

Гибридная силовая установка совмещает в себе электромотор и двигатель внутреннего сгорания. Использование электротяги позволяет экономить расход топлива и, соответственно, сократить объем вредных выбросов в окружающую среду.

Конкурс на инновационную разаботку гибридного автомобиля был объявлен Минпромторгом в мае 2012 г. АвтоВАЗ, взявший этот лот, обязался до конца 2014 г. представить ведомству автомобиль с комбинированной энергоустановкой. На разработку выделено полмиллиарда рублей.

NEWSru.com

СОВМЕСТНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ "ГАЗПРОМА" И "РариТЭКА" В АСТРАХАНИ

Д.Л. Ожегов, гл. специалист по маркетингу направления ГБО ООО "РариТЭК"

В рамках сотрудничества с корпоративным клиентом ОАО "Газпром" компания "РариТЭК" провела технические конференции с руководителями подразделений и представителями транспортных служб ООО "Газпром добыча Астрахань" и ООО "Газпром трансгаз Саратов".

На данных конференциях выступили: ведущий специалист Сергей Белов с презентацией о конструктивных нововведениях автомобилей КАМАЗ, и и.о. начальника отдела продаж ГБА Марат Баширов с презентацией о модельном ряде и опыте эксплуатации газобаллонных автомобилей (ГБА) КАМАЗ.

На сегодняшний день в городе Саратов эксплуатируется 45 единиц ГБА КАМАЗ, и администрацией города активно прорабатывается вопрос дополнительного приобретения коммунальной техники, отвечающей современным экологическим и техническим стандартам. Увеличение количества газобаллонной автотехники серийного производства в ООО "Газпром трансгаз Саратов" очень актуально, и должно привести к строительству новых АГНКС.

Презентации в ООО "Газпром добыча Астрахань" была проведена в рамках совещания в ООО "Газэнергосеть Поволжье". В данном совещании приняли участие главный инженер ОАО "Газпром газэнергосеть" Рамиль Садыков, генеральный директор ООО "Газэнергосеть Поволжье" Николай Потапов, Министр промышленности, транспорта и природопользования Астраханской области Сергей Кржановский, а также представители администрации города Астрахань и частные перевозчики.

Стороны отметили заинтересованность в сотрудничестве по использованию природного газа в качестве моторного топлива. Так было отмечено, что уже в июле 2013 г. ООО "Газэнергосеть Поволжье" планирует ввести в эксплуатацию первую многотопливную заправку в Астраханской области, а в 2014 г. будет запущена еще одна заправка с КПГ.

VOLVO УВЕЛИЧИВАЕТ ПРОИЗВОДСТВО ГИБРИДОВ V60

В условиях большого спроса, который в первую очередь отмечается в Нидерландах, Бельгии и Италии, завод Cars в Торсланда (Швеция) повышает объемы производства со 150 до 282 автомобилей в неделю, сообщает "АвтоСтат".

Всего в 2013 г. Volvo Cars поставит 7600 гибридных автомобилей, а в 2014 г. планирует произвести 10 тыс. таких автомобилей.

Как отмечает старший вице-президент по исследованиям и разработкам Volvo Car Group Петер Мертенс, сборка V60 Plug-in Hybrid была налажена на линии, где производятся другие модели Volvo, поэтому предприятие имеет возможность гибко реагировать на повышающийся спрос и увеличивать объемы производства.

В настоящее время V60 Plug-in Hybrid не поставляется в Россию в связи с высоким спросом на автомобиль в Европе. Однако штаб-квартира Volvo Cars рассматривает возможность запуска продаж данной модели в России в течение 2013–2014 гг.

NEWSru.com

В ЖЕНЕВЕ ПРЕДСТАВИЛИ ЭЛЕКТРОАВТОБУС, ЗАРЯЖАЮЩИЙСЯ НА ОСТАНОВКАХ

В Женеве представили новый "беспроводной троллейбус", который летом появится на улицах города, сообщает The Local.

Новый вид городского транспорта разработан специалистами консорциума, который объединяет машиностроительную компанию ABB Secheron, SIG (поставщик электричества кантона Женева) и оператора муниципального транспорта Женевы.

По сути, это большой электромобиль, который заряжается за время остановок. Никаких проводов для этого не требуется, а на "дозаправку", достаточную для того, чтобы доехать до следующей остановки, уходит 15 секунд.

По словам разработчиков, такие автобусы экологичнее тех, что работают на бензине, а их обслуживание обойдется городу дешевле, чем поддержание троллейбусной инфраструктуры. Еще одно преимущество нового электроавтобуса перед троллейбусами заключается в том, что он не будет создавать пробок в случае аварий на проводной сети.

EnergyLand.info

TOYOTA ХОЧЕТ СЕРИЙНО ВЫПУСКАТЬ ВОДОРОДОМОБИЛЬ

Компания Toyota через три года намеревается запустить в серийное производство водородомобиль, прототип которого покажут на осеннем мотор-шоу в Токио ("TOKYO MOTOR SHOW–2013").

Пока даже крупные автопроизводители с водородными технологиями лишь "играются" – выпускают, как правило, небольшие (до тысячи экземпляров) партии машин для проверки в реальных условиях. Почему? Причин достаточно, но главные – слабо развитая инфраструктура, непомерно высокая себестоимость и конструктивная сложность силовой установки. Однако время идет, и некоторые проблемы постепенно решаются. К примеру, компания Toyota уже заявила о своих намерениях вывести на рынок относительно массовую модель на топливных элементах, розничная цена которой не превысит $100 000.

Крис Хостеттер, вице-президент группы Toyota, отвечающий за стратегическое планирование в США, в интервью Automotive News сообщил, что себестоимость товарной машины с электрохимическим генератором уже можно удержать в рамках $50 000. Для сравнения, еще несколько лет назад ходовой прототип вполне мог оцениваться в один миллион долларов (тот же B-class F-cell стоил как два лимузина Maybach). Конечно же, это при условии более-менее серийного выпуска. Так, в Штатах тойотовцы поначалу рассчитывают продавать около двух тысяч машин в год, причем лишь в двух штатах, где есть нормальная сеть "водородных" заправок, – Калифорния и Нью-Йорк.

Серийная Toyota на топливных элементах, которая, кстати, по размерам и дизайну будет схожа с гибридом Prius, выйдет как минимум через три года. Но концепт-кар, который де-факто окажется обновленной версией шоу-кара FCV-R, дебютирует уже в конце ноября – на Токийском автосалоне.

Сейчас Toyota обкатывает на обычных дорогах сотню водородных прототипов на базе вседорожника Highlander первого поколения.

За рулем

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ DENZA – СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ BYD И DAIMLER

В рамках Шанхайского автосалона среди множества премьер была одна не самая яркая, но, по-нашему мнению, очень значимая для будущего мирового автомобильного рынка. Компания Denza представила досерийный образец своего полностью электрического автомобиля.

Denza является совместным предприятием автоконцерна Daimler и китайской компании BYD. Это первый китайский бренд, который специализируется на разработке и производстве автомобилей, которые изначально будут поставляться в Китай, и скорее всего, позже на весь мир. Сотрудничество немецкой компании Daimler с китайской BYD не случайно. Ведь последняя является не только крупным местным производителем автомобилей, но и мировым лидером по производству аккумуляторных батарей и изучению альтернативных источников энергии.

Электромобиль Denza разработан и будет производиться на базе мощностей компании BYD в Шеньжене. В продажу автомобили должны попасть уже в начале 2014 г.

А какое отношение это может иметь к Европе и Украине в частности? Наблюдая несколько лет (с 2010 г.) за сотрудничеством немцев с BYD, мы впервые увидели концепт Denza на испытаниях в Шеньжене еще год назад. Редакция InfoCar.ua предполагает, что этот проект может быть для Daimler не просто локальным продуктом для китайского рынка, а разработкой и испытанием "зеленых" технологий, которые в дальнейшем попадут в Европу под более известными брендами. И не исключено, что это может быть Mercedes.

По предварительным данным, Denza будет оснащаться силовым агрегатом, подобным тому, что установлен на электромобиле BYD e6. Он развивает мощность 170 л.с., а заряд аккумуляторов обеспечивает дальность хода около 400 км. Платформой для нового электрокара послужил Mercedes-Benz B-Class предыдущего поколения.

InfoCar.ua

АВТОМОБИЛИ С ВОДИТЕЛЕМ-КОМПЬЮТЕРОМ

Идеи сделать беспилотный автомобиль, который мог бы самостоятельно ездить без вмешательства человека, появились вскоре после появления компьютеров. Еще в начале 1960-х гг. многие инженеры были уверены, что появление на дорогах беспилотных автомобилей – это дело ближайшего будущего, может быть, конца 1970-х или начала 1980-х гг. Однако те прогнозы так и не оправдались – при разработке автомобиля, управляемого компьютером, нужно было решить целый ряд очень специфических и сложных задач. Тем не менее, именно в последнее время в этом направлении – создании автомобилей с водителем-компьютером наблюдаются некоторые подвижки.

Автомобиль китайской компании First Auto Works, который может управляться компьютером

Средняя скорость движения по трассе оказалась равной всего 22,5 км/ч

В последнее время появился ряд новых технологий, например, спутниковые навигаторы, которые смогли значительно облегчить решение некоторых задач. Разные компании уже представили модели автомобилей, оснащенные бортовыми компьютерами, которые могут вполне удовлетворительно выполнять ряд задач по управлению автомобилем – например, выполнять парковку или управлять автомобилем во время движения по скоростной трассе. Свою модель подобного автомобиля представили даже китайцы:

Но насколько хорошо автомобиль-робот способен двигаться самостоятельно от начала и до конца по сложному маршруту? Отличным тестом для подобных автомобилей стали соревнования, организованные небезызвестной DARPA (американское агентство передовых оборонных исследований – подразделение Пентагона, которое было создано в 1958 г. после запуска певого советского спутника, с тех пор оно финансировало множество интересных разработок, интернет тоже рожден в его недрах).

В 2004 г. DARPA организовала первые гонки для беспилотных автомобилей – DARPA Grand Challenge, в которых автомобили самостоятельно должны были преодолеть маршрут длиной около 230 км по пересеченной местности. Увы, первые пробы закончились полным провалом. Лучшая из машин-участниц первого конкурса прошла лишь 5 % всей дистанции, а 7 из 15 даже не смогли покинуть стартовую зону.

В 2005 г. соревнования были проведены повторно – и на этот раз со значительно большим успехом – примерно 210 км дистанции преодолели 5 автомобилей (из 23), а лучший из них справился с задачей за 6 ч 54 мин.

Однако самой интересной, несомненно, стала последняя гонка автомобилей-роботов, организованная DARPA – DARPA Urban Challenge – т.е. гонка, проходившая в городских условиях.

В настоящий город роботов, правда, выпускать не решились, а создали искусственные городские условия на заброшенной военной базе. Были имитированы здания, перекрестки, дорожная разметка и т.п., а кроме того, чтобы имитировать дорожное движение, по улицам специально разъезжали и автомобили с водителями-людьми. Автомобилям-роботам предстояло преодолеть маршрут протяженностью 96,5 км. В результате до финиша добрались 6 автомобилей, а победителем, заработавшим для своих создателей приз в размере 2 млн долларов, оказалась машина, названная "Босс", созданная сборной командой Университета Карнеги–Меллона и компании General Motors.

При этом, для того чтобы компьютер мог ориентироваться на трассе, машину обвесили кучей (27) датчиков, включая как множество простых видеокамер, так и активных систем контроля обстановки, например лазерных радаров (лидаров). Естественно, пришлось разработать и очень сложное программное обеспечение, работу которого обеспечивало железо, содержащее в своем составе 10 процессоров Core 2 Duo.

Вдохновленные успехами, в Generel Motors тут же заявили, что готовы обеспечить беспилотными автомобилями всех желающих уже к 2018 г. "Большинство необходимых технологий уже существуют: адаптивный круиз-контроль, датчики движения, система предупреждения о смене ряда движения, система стабилизации и GPS-позиционирование, – отметил вице-президент компании Лари Бернс. – Автомобили, способные передвигаться без водителя, могут снизить количество аварий и пробок". Впрочем, данные оптимистичные настроения разделяют пока не все.

Приглашаем к участию в 20-й юбилейной Московской международной выставке

"Автокомплекс – 2013" – юбилейная выставка (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг)

Традиционная встреча участников и гостей выставки "Автокомплекс – 2013" осенью этого года будет особой, 20-й юбилейной. Прошедшие годы были периодом становления рыночных условий послепродажного автомобильного сервиса в условиях стремительного, многократного увеличения автопарка. Сегодня никого не удивляют автозаправочные комплексы, станции технического обслуживания и паркинги на уровне европейских стандартов в России и других странах СНГ. Проделана огромная работа.

Есть в этом и вполне определенный вклад нашей выставки. Информационное обеспечение, создание условий для прямых контактов с самыми именитыми в мире производителями оборудования и технологий, систематические встречи, налаживание деловых контактов стали органической составной частью автозаправочного бизнеса, развития сервисной инфраструктуры для автомобилистов.

Однако транспортные проблемы, уровень сервиса сегодня – это предмет непрестанной заботы на всех уровнях. Огромный потенциал развития, большие капиталовложения – хороший стимул как для российских, так и для иностранных производителей оборудования, строителей, разработчиков IT технологий.

Юбилейный статус обязывает к мобилизации всех усилий на подготовку к выставке. Мы просим наших партнеров и все заинтересованные фирмы, предприятия, организации включиться в этот процесс.

"Автокомплекс – 2013" (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг) состоится 23–25 октября 2013 г. в павильоне № 7 и на открытых площадках ЦВК "Экспоцентр" при поддержке Правительства Москвы и содействии ЗАО "Экспоцентр".

По состоянию на 14 мая более 70 фирм из 13 стран уже стали ее участниками.

Автозаправочный комплекс – ведущее направление выставки. По этой тематике мы безусловно лидеры в России и СНГ. Крупнейшие российские и иностранные производители оборудования и технологий для автозаправочных станций и нефтебаз являются постоянными участниками нашего форума.

Среди них следует отметить наших многолетних партнеров: ОАО "Промприбор", "Татсуно РУС" СП, Expertek, ООО "Топаз-сервис", ООО "Нева-Сервис", ЗАО "Мелстон Инжиниринг", ТД ООО "Все для АЗС", ООО "Деловой Союз", ТД "ГрАЗ Спецтехника", ГК "Аргоси", компании "АйТи. Смарт системы", "Славутич" (Украина), "Нефтехимпроект" Беларуснефть.

Известные западные компании, такие как Gilbarco Veeder-Root, Scheidt und Bachmann, FAS Flussiggas-Anlagen GmbH, Franklin Fueliling Systems (Германия), Wayne A GE Energy Business (США), OPW (Чехия), Bejing Sanki Petroleum (Китай) и другие готовят к показу новейшие образцы оборудования и технологий.

Следует отметить новых экпонентов: ООО Ситинет-Экспресс, которое обеспечивает клиентов современными надежными он-лайн сервисами; компания "КПО-Электро" осуществляет комплексные поставки газоизмерительных приборов; компании Ridart (Италия) и Wenzhou Real-Tech Petroleum Co. (Китай) предлагают широкий спектр оборудования для автозаправочных комплексов и нефтебаз; ООО "ЛЕД-эффект", ООО "Эверласт", Компания "Сервио" и др. Современные дизайнерские наработки обещает продемонстрировать компания VDS (г. Минск), которая вновь вернулась на нашу выставку.

Много нового и интересного будет представлено по безналичным расчетам и комплексным системам управления.

Как всегда, в центре внимания экологически чистые технологии. **В соответствии с решением Правительства РФ сейчас особое внимание уделяется мерам государственной поддержки производства, выпуска в оборот и оборота транспортных средств и сельскохозяйственной техники на природном газе, развитию инфраструктуры для потребителей газомоторного топлива. На эти цели выделяются значительные средства из бюджета, активно подключаются частные компании, инвесторы. В ходе подготовки**

и проведения выставки мы уделяем этой тематике особое внимание. Это хорошая перспектива для производителей соответствующего оборудования.

Представляется, что интересным будет разговор на круглом столе **"Опыт и перспективы развития сетей автозаправочных комплексов"**, подготовку которого мы ведем совместно с Российским топливным союзом и приглашаем к сотрудничеству все заинтересованные организации и компании. Информационную поддержку осуществляет журнал "Топливный рынок". Мероприятие состоится 24 октября в зале "Стеклянный купол".

Гараж и паркинг – также ведущее тематическое направление выставки, которое мы расширяем из года в год.

Многократное увеличение количества автомобилей в России и СНГ за последние годы создало серьезные проблемы в организации движения в крупных городах. Развитие дорожно-транспортной инфраструктуры требует кардинальных решений в самые короткие сроки. Особенно остро эта проблема чувствуется в Москве. Правительство столицы реализует самую масштабную программу дорожного строительства и развития инфраструктуры. В экспозиции выставки будет представлен стенд ГУП г. Москвы "Дирекция строительства и эксплуатации объектов гаражного назначения" как оператора парковочного пространства столицы, на котором специалисты и инвесторы могут получить необходимую информацию, ознакомиться с перспективами развития этой важнейшей инфраструктуры города.

Современные оборудования и технологии для развития парковок и гаражей представят: ООО "АСК-Т", "Scheidt&Bachmann GmbH", "ПаркСити", "Парковочные решения АйЭсДи" и др. 23 октября в зале "Панорама" павильона № 7 состоится круглый стол **"Перспективы развития парковочного пространства в крупных городах"**.

Автотехсервис – неотъемлемая часть комплексных центров обслуживания автовладельцев, которых становится все больше на наших автомагистралях. Компания "Инжтехсервис" представит широкий спектр оборудования и услуг для СТО.

Деловая программа выставки находится в стадии формирования, и мы ждем интересных предложений от партнеров.

Действенную помощь в подготовке выставки оказывают Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, ЗАО "Экспоцентр", Российский Топливный Союз, ГУП г. Москвы "Дирекция строительства и эксплуатации объектов гаражного назначения".

Информационную поддержку выставке оказывают наши официальные медиа-партнеры: европейский интернет-портал "PetrolPlaza", журналы "Современная АЗС", "Топливный рынок" и более 15 ведущих отраслевых изданий.

Дирекция выставки будет всячески содействовать участию в ней как отдельных компаний, так и колелктивных организаторов. Мы нацелены на поиск и закрепление новых возможностей.

Международная выставка "Автокомплекс – 2013"
представляет превосходные возможности
для оснащения АЗС и объектов автосервиса, гаражей и паркингов
самым современным оборудованием и технологиями!
Приглашаем к участию!

Более подробная информация на сайте: www.autocomplex.net

Для контактов: e-mail: acs-expo@mtu-.net.ru

Тел./факс (495) 380-21-37, тел. (495) 380-17-32