Color profile: Disabled
Composite Default screen

СОДЕРЖАНИЕ

Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.

Основы технико-экономического расчета стоимости строительства подземных хранилищ сжиженного природного газа 3

Герасимов В., Передельский В., Дарбинян Р.

Сравнение бортовых топливных систем автотранспорта, работающих на компримированном сжиженном природном газе 10

Федорова Е.Б., Хайдина М.П., Мамаева Т.А.

Исследование процесса сжижения метана угольных отложений 14

Крохотин Ю.М.

Решение проблемы получения стабильных запальных доз газодизелей 20

Летуновский А.А.

Проблемы и опыт разработки методик выполнения измерений для организации коммерческого учета 24

Михайлов И.Ф., Галата Д.И., Михайлов А.И.

Рентгенофлуоресцентный анализатор следовых примесей 29

Совещание в Минтрансе РТ: зеленый свет автотранспорту на газомоторном топливе 33

Яшин В.В., Ганиев И.Р., Козин А.В.

Газозаправочная техника ОАО "Пензкомпрессормаш" 34

Куцак М.Ю., Манилкин И.Г.

Блочный автомобильный газовый заправщик (БАГЗ) 40

ООО "АВЕРС" 42

Технологии СПГ "CHART-INDUSTRIES Inc." приносят потребителям экологически чистую энергию 46

Пронин Е.Н.

Норвегия. Малотоннажный СПГ: рождение нового рынка 50

Ким А.А., Коротков М.В.

Нормативно-техническая и законодательная база использования СПГ в качестве моторного топлива 52

По нормам цивилизованного общества 54

ISSN 2073-8323

АвтоГазоЗаправочный Комплекс +
Альтернативное топливо
№ 4 (64) 2012 г.

Международный научно-технический журнал
Свидетельство о регистрации ПИ № 77–15873
Издаётся с января 2002 г.
Периодичность – один раз в два месяца

Учредитель –
ООО "Издательство Машиностроение"

Генеральный директор
О.Н. Румянцева

Главный редактор,
директор НП СР "Совет ГазоМоторной Отрасли"
Владимир Дементьев

Шеф-редактор
Надежда Нефёдова

Научный редактор
Михаил Васильев

Редактор
Александр Портнов

Редактор международного отдела
Сергей Троицкий

Ответственный секретарь
Любовь Глазунова

Компьютерная вёрстка
Светлана Жиркина

Редакционная коллегия
А.И. Гайворонский,
начальник отдела ООО "Севморнефтегаз", к.т.н.
С.П. Горбачёв,
главный научный сотрудник ООО "ВНИИГАЗ", д.т.н.
А.А. Галушкин,
главный юрист-консульт НП СР "Совет ГазоМоторной Отрасли"
В.И. Ерохов,
профессор МГТУ (МАМИ), д.т.н.
Н.А. Иващенко,
зав. кафедрой, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.
Н.Г. Кириллов,
директор ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", д.т.н.
Г.К. Лавреченко,
главный редактор журнала "Технические газы" (Украина), профессор, д.т.н.
А.В. Николаенко,
ректор МГТУ (МАМИ), профессор, к.э.н.
Н.Н. Патрахальцев,
зав. кафедрой, профессор Университета Дружбы народов, д.т.н.
В.А. Саркисян,
исполнительный директор ФГУП "ЦНИЭИуголь", д.т.н.
К.А. Степанов,
ген. директор Фонда им. В.И. Вернадского, к.э.н.
И.Р. Хасанов,
зам. начальника ФГУ ВНИИПО МЧС России, д.т.н.
А.С. Хачиян,
профессор МАДИ (ГТУ), д.т.н.

Адрес и телефон редакции:
107076, г. Москва, Стромынский переулок, д. 4
Тел. 8-915-095-65-51; 8 (499) 268-41-77
E-mail: info@agzk-at.com
www.agzk-at.com
mashpuble@mashin.ru www.mashin.ru

Подписка "Роспечать" – инд. 84180
"Пресса России"– инд. 39543,
"Почта России" – инд. 10044

Подписано в печать 05.07.2012 г.
Формат 60×84 1/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 7,41.
Отпечатано в ООО "Вива-Экспресс"

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.
Редакция не несет ответственности за точность научных формулировок и стилистику авторских материалов.
Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

© “Издательство “Машиностроение”, “АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо”, 2012

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 14:59:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

CONTENTS

Kirillov N.G, Lazarev A.N.

Bases of technical and economic calculation of construction cost of underground storehouses for the liquefied natural gas 3

Gerasimov V., Peredelsky B., Darbinian R.

Comparison of on-board fuel systems of vehicles running on compressed and liquefied natural gas 10

Fedorova E.B., Khaydina M.P., Mamaeva T.A.

Study of liquefaction process for CBM (coal bed methane) . . 14

Krokhotin Yu.M.

Solving the problem of obtaining stable pilot doses of gas diesel engines 20

Letunovsky A.A.

Problems and development experience measurement techniques organization for commercial account LPG 24

Mikhailov I.F., Galata D.I., Mikhailov A.I.

X-ray fluorescence analyzer of the trace elements 29

Meeting of RT Ministry of Transport: green light for road transport to natural gas 33

Yashin V.V., Ganiev I.R., Kozin A.V.

Gas fuelling technology of JSC "Penzokompressormash" 34

Kutsak M.Yu., Manilkin I.G.

Block of automobile gas fuel (BUGS) 40

LLC "AVERS" 42

"CHART-Technology LNG INDUSTRIES Inc." bring consumers clean energy 46

Pronin E.N.

Norway. Small CNG: the birth of a new market 50

Kim A.A., Korotkov M.V.

Normative-technical and legislative basis for the use of CNG as a motor fuel 52

On the norms of civilized society 54

1SSN 2073-8323
"Autogas filling complex + alternative fuel"
№ 4 (64) 2012
International Scientific-Technical Journal
State Registration Certificate ПИ № 77-15873
Published since January 2002
Bi – Monthly Journal in Russian Language

Founder and Publisher –
Mashinostroenie Publishers

Director General
O.N. Rumyantseva

Editor-in-Chief
Vladimir Dementyev

Chief Editor
Nadezhda Nefedova

Editor for Science
Michail Vasilyev

Editor
Alexander Portnov

Editor of International Department
Sergei Troitsky

Administrative Officer
Lvubov Glazunova

Computer Design
Svetlana Zhirkina

Editorial Board
A.I. Gaivaronsky
Head of Department, "SevMorNefteGas" Company, Candidate of Technical Sciences
S.P.Gorbachev,
Senior Researcher, All-Russian R&D Institute of Natural Gases, Doctor of Technical Sciences (D. Sc)
V.I. Yerohov,
Professor of Moscow Automobile Institute (Technical University), Doctor of Technical Sciences
N.A. Ivaschenko, Head of the Chair,
Professor of Moscow State Technical University ("Baumansky"), Doctor of Technical Sciences
N.G. Kirillov,
Director of a Research Center "Sterling Technologies", Doctor of Technical Sciences
G.K. Lavrenchenko,
Editor-in-Chief, "Technical Gases" Journal (Ukraine), Professor, Doctor of Technical Sciences
A.V. Nikolaenko,
Rector and Professor of Moscow Automobile Institute (Technical University), Candidate of Economic Sciences
N.N. Patrakhaltsev,
Head of the Chair, Professor of Moscow State "Friendship University", Doctor of Technical Sciences
S.S. Pustynnikov,
Director General of Scientific-Industrial Association "Fire Protection Service" Candidate of Technical Sciences (Ph. D in Technical Science)
V.A. Sarkisyan,
Executive Director of "Central State R&D Institute of Coal Industry" Doctor ofTechnical Sciences
K.A. Stepanov,
Director General of "V.I. Vernadsky Fund", Candidate of Economic Sciences (Ph.D in Economics)
I.A. Khasanov,
Deputy Head of State R&D Institute of Fire Protection, Ministry of Emergency Situations, Russia Doctor of Technical Sciences
A.S. Khachiyan,
Professor of Moscow Automobile and Auto Road Institute (University), Doctor of Technical Sciences

Address of the Editorial Board 107107, Moscow, Stromynsky per., building 4
Тел. 8 915-095-65-51; 8 (495) 268-41-77
E-mail: info@agzk-at.com
www.agzk-at.com
mashpuble@mashin.ru www.mashin.ru

"Rospechat" – Index 84180,
"Pressa Rossii" – Index 39543,
"Pochta Rossii" – Index 10044

Journal has been included in the Directory of scientific publications of the Highest Certification Commission of the Ministry of Education and Science of Russian Federation

© "Mashinostroenie Publishers", "Autogas filling complex + alternative fuel", 2012

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 14:59:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ОСНОВЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Н.Г. Кириллов, профессор, докт. техн. наук, Заслуженный изобретатель РФ, академик АВН,
А.Н. Лазарев, начальник института, канд. техн. наук, доцент, академик МАИ,
Военный инженерно-технический институт, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассмотрены проблемы строительства стационарных подземных хранилищ сжиженного природного газа. Отмечено, что подземные хранилища СПГ отличаются более высокой безопасностью при аварийных ситуациях и эксплуатации. Авторами впервые в России разработана методика расчета стоимости строительства подземных хранилищ СПГ. Предлагаемая методика учитывает особенности создания стеновых, крышных конструкций и фундаментов подземных изотермических криогенных хранилищ.

Ключевые слова: сжиженный природный газ (СПГ), подземные криогенные хранилища, безопасность при аварийных ситуациях, стоимость строительства подземных криогенных хранилищ.

BASES OF TECHNICAL AND ECONOMIC CALCULATION OF CONSTRUCTION COST OF UNDERGROUND STOREHOUSES FOR THE LIQUEFIED NATURAL GAS

N.G. Kirillov, the Deserved inventor of the Russian Federation, academician of ABN, DSc.
A.N. Lazarev, the senior lecturer, academician of MAI Military technical institute C in DSc. Russia, St. Peterburg

Problems of construction of stationary underground storehouses for the liquefied natural gas are considered in the paper. It is marked, that underground storehouses for LNG are characterized for higher safety at emergencies and operation. For the first time in Russia authors develop a design procedure of construction cost of underground storehouses for SPG. The offered technique takes into account features of creation of walls and cover designs and the bases of underground of isothermal cryogenic storehouses.

Keywords: liquefied natural gas (LNG), underground cryogenic storehouses, safety at emergencies, cost of construction of underground cryogenic storehouses

1. Подземные изотермические хранилища – перспективное направление в области создания стационарных хранилищ СПГ

В последнее десятилетие за рубежом обозначилось и наиболее интенсивно развивается новое направление применения сжиженного природного газа (СПГ) – его использование как универсального моторного топлива для транспортных средств различного функционального назначения и автономных систем энергоснабжения. Перспективность его использования в качестве моторного топлива обусловлена тем, что по ценам он дешевле традиционных жидких углеводородных топлив и при этом является экологически более чистым видом топлива [1, 2].

Проблема производства и использования сжиженного природного газа как альтернативного моторного топлива с каждым годом становится все более актуальной и для России [3].

В целях определения основных направлений работ по СПГ в интересах освоения конкурентоспособных энергоносителей и использования высоких двойных технологий, в ОАО "Газпром" совместно с Минпромторгом России разработана "Концепция освоения сжиженного природного газа в качестве энергоносителя в отраслях хозяйства Российской Федерации".

В настоящее время ведется проектирование и подготовка строительства двенадцати крупно и малотоннажных производств по получению сжиженного природного газа в разных регионах Российской Федерации для использования СПГ: в целях коммунального газоснабжения населенных пунктов; в качестве котельного топлива на предприятиях топливно-энергетического комплекса

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 14:59:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

(ТЭК); для создания систем резервирования газа; в качестве моторного топлива для различных видов транспорта.

Впервые в России применять СПГ начали в 50-х годах, когда были разработаны автомобили-рефрижераторы, в которых СПГ перед подачей в двигатель обеспечивал термостатирование изотермического кузова. В дальнейшем были разработаны, изготовлены и испытаны на СПГ опытные партии автомобилей ЗИЛ-Э138П и ГА353-17, опытные образцы автобуса ЛАЗ-699Р, трактора МТЗ-80, самолета ТУ-155, маневрового тепловоза ТЭМ-2, магистральных газотепловозов 2ТЭ10Г, 2ТЭ116Г. На рубеже 80–90-х гг. в связи с ухудшением экономической ситуации работы по СПГ были заморожены, а достигнутые результаты не получили практического внедрения как по причине незавершенности работ, так и из-за отсутствия инфраструктуры по производству СПГ.

В настоящее время, с применением современных криогенных технологий, открываются новые перспективные направления использования СПГ. В России уже отработано и начинается его применение для тяжелых грузовиков, железнодорожного и водного транспорта, авиации, а также сельскохозяйственной техники и дорожно-строительных машин, особенно в случае их работы на карьерах и в строящихся подземных сооружениях.

Использование СПГ в Ленинградской, Свердловской и Московской областях показало перспективность его использования для автономного газо- и энергоснабжения отдаленных населенных пунктов Российской Федерации. По оценкам российских специалистов, более 50 % населенных пунктов, нуждающихся в газификации, экономически целесообразно обеспечивать газовым топливом в виде СПГ. В первую очередь это касается населенных пунктов, расположенных на значительных расстояниях от магистральных газопроводов или вне зоны действия газораспределительных станций. При расстоянии от магистрального газопровода до потребителя более 40 км приведенные затраты на газоснабжение таких объектов с помощью СПГ оказываются ниже, чем для сетевого газа на 30–50 %. Причем преимущества СПГ нарастают с уменьшением мощности потребителя и увеличением удаленности от источника газа.

Безусловно, широкое использование СПГ как универсального моторного топлива требует решения ряда специфических задач, наиболее важной из которых является разработка эффективных способов хранения сжижения природного газа, позволяющей создать инфраструктуру производства и применения СПГ с учетом особенностей России.

Следует отметить, что в России практически отсутствует опыт проектирования, строительства и эксплуатации стационарных хранилищ СПГ. До настоящего времени в России имеется только незначительный опыт хранения СПГ в специальных наземных резервуарах с экранно-вакуумной тепловой изоляцией, выполненных на основе транспортных криогенных емкостей.

Так, например, в системах приема, хранения и регазификации СПГ применяются емкости-хранилища с объемом хранения 3, 8, 16 м^3 разработки ОАО "Сибкриотехника" и 25, 50, 63 м^3 разработки ОАО "Криогенмаш", 120 м^3 ЗАО "Уралкриомаш", а также оборудование фирм CHART-FEROX (Czech Republic) и INDOX–ROS ROCA (Spain), рис. 1, 2, 3.

Однако многолетний мировой опыт и проведенные авторами патентные исследования показа-

Рис. 1. *Система СХП-25/0,6*

Рис. 2. *Резервуар РЦВ-25/1,6*

Рис. 3. *Резервуар 712.200.000 (ТРЖК)*

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:09

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ли, что применение экранно-вакуумной теплоизоляции для стационарных хранилищ СПГ является экономически нецелесообразным [4]. Так, при проведении патентных исследований выявлено, что из 620 заявок на изобретения по теме "стационарные хранилища СПГ" экранно-вакуумная теплоизоляция применялась лишь в 19 заявках, табл. 1.

Это составляет только 3 % от общего количества поданных заявок на предполагаемые изобретения за более чем 40 лет изобретательской деятельности во всем мире по данной теме. В связи с этим можно смело утверждать, что мировой опыт проектирования и создания стационарных хранилищ СПГ показывает неэффективность применения экранно-вакуумной теплоизоляции при строительстве хранилищ СПГ.

Много вопросов вызывает также и наземное расположение резервуаров для хранения СПГ. В наземных резервуарах большая концентрация СПГ, являющегося веществом с повышенной пожаро- и взрывоопасностью, на относительно небольших площадях хранилищ обуславливает серьезную проблему обеспечения пожарной безопасности такого рода объектов. Все это вызывает значительную сложность обеспечения пожарной безопасности наземных хранилищ СПГ при аварийных разливах (разгерметизации) и размещения их вблизи населенных пунктов и объектов другого функционального назначения, увеличивает стоимость их строительства.

Так, еще в 1988 г. были введены в действие ведомственные нормы технологического проектирования установок по производству и хранению сжиженного природного газа, изотермических хранилищ и газозаправочных станций (ВНТП 51-1–88).

В указанных нормах содержатся требования, обязательные при проектировании и строительстве комплексов, предназначенных для хранения СПГ, в качестве моторного топлива, в частности для различных видов транспорта и других целей.

Ниже в табл. 2 приведены минимальные расстояния от комплексов СПГ до других промышленных объектов, жилых и общественных зданий, объектов транспорта и т.д., которые следует принимать во внимание, в зависимости от общего объема и типа резервуаров (надземные, подземные) изотермического хранилища комплекса.

Таблица 1

Вид теплоизоляции для стационарного хранилища СПГ	Количество заявок
Теплоизоляция с применением вакуума	19
Теплоизоляция без применения вакуума	601
Суммарное количество заявок	620

Согласно данным нормам, при строительстве изотермических хранилищ при общем объеме хранения СПГ от 1000 до 6000 м^3 могут быть использованы только подземные резервуары, а при объеме

Таблица 2

Наименование объектов, находящихся вне территории комплекса СПГ	Расстояние, м, до изотермических резервуаров при общем объеме хранения СПГ, м^3		
	до 1000		от 1000 до 6000
	надземные резервуары	подземные резервуары	подземные резервуары
Железнодорожные пути общей сети, трамвайные и троллейбусные линии	350	250	350
Автомобильные дороги общего назначения	250	200	250
Границы промышленных предприятий* (до ограждения)	500	350	500
Жилые и общественные здания	700	500	700
Склады нефти и нефтепродуктов, компрессорные и насосные станции магистральных газо- и нефтепродуктопроводов; ГРС, автозаправочные станции	350	250	300
Отдельно стоящие нежилые и подсобные здания; гаражи и открытые стоянки автомобилей, не относящихся к комплексу СПГ; устья нефтяных и газовых скважин	250	200	250

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:09

Color profile: Disabled
Composite Default screen

хранения СПГ менее 1000 м^3 использование подземных резервуаров позволяет сократить расстояния от комплексов СПГ до других промышленных объектов, жилых и общественных зданий в 1,5–2 раза, что имеет существенное значение при создании инфраструктуры хранения СПГ в городах и населенных пунктах Российской Федерации.

В связи с этим, строительство подземных изотермических хранилищ, в первую очередь, ввиду более высоких характеристик пожаро- и взрывобезопасности, является наиболее перспективным направлением создания современных хранилищ СПГ. Особенно перспективным данное направление является для создания хранилищ небольшого объема в целях перевода систем автономной энергетики и транспорта на сжиженный природный газ как альтернативный вид топлива. Это связано с тем, что в этих случаях предъявляются более жесткие требования к противопожарному нормированию при размещении хранилищ по отношению к населенным пунктам и промышленным объектам. Подземные хранилища СПГ исключают крупномасштабный разлив продукта и поэтому с точки зрения безопасности являются оптимальными [5].

В отличие от наземных хранилищ СПГ подземные хранилища эксплуатируются в условиях меньшего температурного градиента ΔT (для наземных – при максимальной температуре воздуха с учетом солнечной радиации $T_в = 50$ °C $\Delta T = 212°$; для подземных – при средней температуре грунта $T_г = 10$ °C $\Delta T = 172°$). Благодаря этому обстоятельству уменьшается интенсивность теплообмена и безвозвратные потери криогенного топлива.

Кроме этого, подземные хранилища позволяют в оптимальных условиях сохранить большие объемы СПГ, не расходуя дополнительную полезную площадь на размещение резервуаров. Конструкция таких резервуаров с люком в верхней части позволяет обеспечить простой и удобный доступ к хранилищу сжиженного природного газа и практически исключает возможность серьезного повреждения хранилища и разлива продукта при всех предусмотренных технологией режимах эксплуатации.

В связи с этим, именно по пути создания подземных хранилищ СПГ идет большинство развитых стран мира. Так, на рис. 4 представлен монтаж подземных горизонтальных резервуаров СПГ при строительстве современной заправочной станции сжиженного природного газа для автомобильного транспорта в одном из штатов США.

Такое расположение резервуаров практически исключает возможность серьезного повреждения

Рис. 4. *Монтаж подземных горизонтальных резервуаров СПГ*

хранилища и разлива продукта при всех предусмотренных технологией режимах эксплуатации.

Важным аспектом, обосновывающим перспективность создания подземных хранилищ СП, является экономическая компонента. Так, исследования, проведенные скандинавскими учеными, доказали, что подземные хранилища углеводородов объемом более 40 тыс. м^3 являются более экономически выгодными и безопасными по сравнению с наземными. Технико-экономические расчеты показывают, что, по сравнению с наземными, при сооружении подземных хранилищ расход листовой стали сокращается до 20–25 кг на одну тонну хранимого продукта, стоимость строительства снижается в 1,5–3,5 раза, эксплуатационные расходы – в 2–5 раз.

2. Методика расчета сметной стоимости строительства подземных хранилищ СПГ

Поскольку подземные хранилища СПГ являются сложными и уникальными инженерно-строительными конструкциями, а опыта строительства подземных хранилищ СПГ в России нет, возникает необходимость разработки методики расчета сметной стоимости строительства подземных хранилищ СПГ.

В существующей практике под сметной стоимостью строительства понимаются денежные средства на создание строительной продукции, сумма которых определяется на основе проектных

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:16

Color profile: Disabled
Composite Default screen

материалов. Расчеты стоимости строительства выполняются путем составления специальных документов – смет. Базовым механизмом расчета сметной стоимости является "Система ценообразования и сметного нормирования в строительстве". Она позволяет определять все затраты, необходимые для создания строительной продукции. С этой целью выполняются расчеты по установленным типовым формам сметной документации. Указанные формы называются сметными расчетами при определении стоимости продукции на предпроектной стадии и сметами – при использовании рабочей документации или рабочих чертежей.

Все затраты, связанные с созданием строительной продукции и предусматриваемые в сметах (сметных расчетах), группируются в соответствии с технологическим составом капитальных вложений.

В общем случае сметная стоимость любого предприятия или объекта может быть представлена как сумма стоимости строительных работ $C_{стр}$; монтажных работ $C_{мон}$; оборудования, инструмента, мебели и инвентаря $C_{обор}$; прочих капитальных работ и затрат $C_{пр.кз}$:

$$C_{общ} = C_{стр} + C_{мон} + C_{обор} + C_{пр.кз}.$$

Распределение сметной стоимости строительства по группам с указанием их удельного веса в общей стоимости образует структуру сметной стоимости строительства. Последняя соответствует технологической структуре капитальных вложений.

Сметная стоимость строительно-монтажных работ $С_{см}$ по своему экономическому содержанию делится на прямые затраты ПЗ, накладные расходы НР и сметную прибыль (плановые накопления) СП:

$$C_{см} = ПЗ + НР + СП.$$

Прямые затраты непосредственно связаны с выполнением строительных и монтажных работ, физический объем которых определяется по проекту, а величина этих затрат – по сметным нормам и ценам. Они изменяются прямо пропорционально изменению объемов работ. В состав сметных прямых затрат входят:

стоимость материалов, полуфабрикатов, деталей и конструкций (далее именуются "материалы"), используемых для строительства объектов, $C_{мат}$. Она учитывает все затраты, связанные с их приобретением, заготовкой и доставкой на приобъектные склады строительства. Под последними понимаются места хранения (или разгрузки) материалов, откуда они непосредственно передаются в рабочую зону для производства строительных и монтажных работ;

расходы на оплату труда рабочих, занятых на производстве строительных и монтажных работ, $C_{рот}$;

стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов (далее именуются "строительные машины"), участвующих в производстве строительных и монтажных работ, $C_{эмм}$. В этой стоимости учитываются расходы на оплату труда рабочих, занятых обслуживанием и управлением строительными машинами $C_{рот.эмм}$.

Таким образом,

$$ПЗ = C_{мат} + C_{рот} + C_{эмм}.$$

Расходы на оплату труда рабочих-строителей, занятых на производстве строительных и монтажных работ, $C_{рот}$ вместе с расходами на оплату труда рабочих, занятых обслуживанием и управлением строительными машинами $C_{рот.эмм}$, образуют фонд оплаты труда рабочих $ФОТ_{раб.}$, учитываемый в прямых затратах:

$$ФОТ_{раб} = C_{рот} + C_{рот.эмм}.$$

Накладные (косвенные) расходы в отличие от прямых затрат связаны с обеспечением общих условий производства строительных и монтажных работ и деятельности подрядных организаций. Они учитывают административно-хозяйственные расходы, расходы на обслуживание работников строительства, расходы на организацию работ на строительных площадках и прочие накладные расходы.

Административно-хозяйственные расходы связаны с управлением производства при строительстве объектов. Они включают: расходы на оплату труда работников аппарата управления, линейного персонала, рабочих хозяйственного обслуживания; отчисления на социальные нужды; почтово-телеграфные, типографские, канцелярские и представительские расходы; расходы на эксплуатацию и содержание зданий, сооружений и помещений, занимаемых административно-хозяйственным персоналом; расходы на эксплуатацию и содержание служебного легкового автотранспорта; расходы на служебные командировки, оплату услуг банков и аудиторских фирм; отчисления на содержание вышестоящей организации и другие расходы, связанные с управленческой деятельностью.

К расходам на обслуживание работников строительства относятся: затраты на подготовку и переподготовку кадров; отчисления на социальные нужды от фонда оплаты труда рабочих, учтенных в

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 5. *Методики расчета сметной стоимости строительства подземных хранилищ СПГ*

прямых затратах; расходы по обеспечению санитарно-гигиенических и бытовых условий; расходы на охрану труда и технику безопасности.

Расходы на организацию работ на строительных площадках охватывают: износ и расходы, связанные с ремонтом, содержанием и разборкой временных (нетитульных) сооружений, приспособлений и устройств; износ и расходы по ремонту малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и производственного инвентаря; расходы на содержание пожарной и сторожевой охраны; расходы по нормативным и геодезическим работам; расходы, связанные с изобретательством и рационализаторством; расходы по проектированию производства работ и содержанию производственных лабораторий; расходы по содержанию и благоустройству строительных площадок, подготовке объектов к сдаче и другие расходы.

Прочие накладные расходы учитывают: износ по нематериальным активам; платежи по обязательному страхованию имущества строительной организации и отдельных категорий работников; расходы на рекламу; платежи по кредитам банков в пределах норм, установленных законодательством.

К накладным расходам также относятся: налоги, сборы, платежи, отчисления в отраслевые и межотраслевые внебюджетные фонды, производимые в соответствии с порядком, установленным законодательством; расходы, возмещаемые заказчиками строек за счет прочих капитальных затрат, связанных с деятельностью подрядчика.

Сумма накладных расходов определяется на основании укрупненных норм накладных расходов $h_{нр}$ (в %) от фонда оплаты труда рабочих в составе прямых затрат по формуле

$$НР = h_{нр} \times ФОТ_{раб}/100.$$

Среднеотраслевые укрупненные нормы накладных расходов (в % от фонда оплаты труда рабочих) рекомендованы в "Методических указаниях по определению величины накладных расходов в строительстве" (МДС 81-33.2004).

На основе вышеуказанных методологических основ формирования сметной стоимости строительства авторами разработана методика расчета сметной стоимости строительства подземных хранилищ СПГ, структурная схема которой представлена на рис. 5.

На основе предложенной методики были выполнены расчеты сметной стоимости строительства подземных хранилищ объемов от 1200 м^3 до

Таблица 3

Глубина заложения, м	Объем хранилища, м^3	Стоимость строительства, тыс. руб.
3	1200	27 449,21
	12 600	128 979,69
	32 000	227 669,48
	48 000	313 110,11
7	1200	28 994,02
	12 600	132 900,72
	32 000	234 225,42
	48 000	320 164,34
15	1200	35 524,17
	12 600	139 635,60
	32 000	244 714,04
	48 000	329 627,24

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

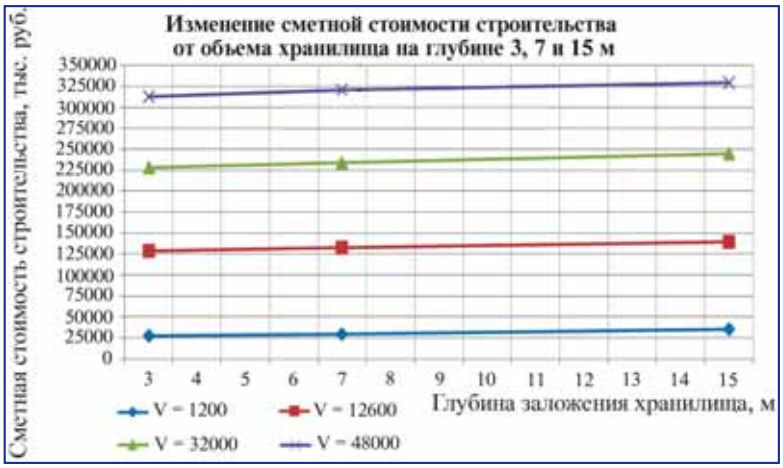


Рис. 6

Рис. 7

48 000 м^3, расположенных на глубинах от 3 до 15 м от уровня земли.

В табл. 3. представлены результаты расчетов сметных стоимостей различных типов подземных хранилищ СПГ.

Применение разработанной авторами методики расчета сметной стоимости строительства подземных хранилищ СПГ позволило получить ряд новых результатов, обладающих мировой новизной. Так, на рис. 6, 7 представлены графические зависимости изменения стоимости строительства от объема хранилища, глубины заложения и удельной себестоимости строительства 1 м^3 хранилища СПГ от глубины заложения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.** Сжиженный природный газ: анализ мирового рынка и перспективы отечественного производства // Газохимия. 2011. № 6. С. 23–29.

2. **Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.** Мировой опыт производства и использования сжиженного природного газа как универсального энергоносителя и моторного топлива // Охрана окружающей среды. Атмосфера. 2011. № 1. С. 26–30.

3. **Кириллов Н.Г.** Рынок сжиженного газа: российские перспективы // Энергетика и промышленность России. 2009. № 1. С. 31.

4. **Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.** Анализ мирового уровня в области создания стационарных хранилищ СПГ на основе результатов патентных исследований // Газовая промышленность. Спецвыпуск. 2011. С. 55–59.

5. **Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н., Яковлев А.В.** Новое в строительстве отечественных подземных хранилищ сжиженного природного газа // Метро и тоннели. 2012. № 1. С. 38–40.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:40

Color profile: Disabled
Composite Default screen

СРАВНЕНИЕ БОРТОВЫХ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТА, РАБОТАЮЩИХ НА КОМПРИМИРОВАННОМ И СЖИЖЕННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

В. Герасимов, директор инжинирингового центра ОАО "Криогенмаш",
В. Передельский, гл. специалист ОАО "Криогенмаш",
Р. Дарбинян, главный специалист ОАО "Криогенмаш", канд. техн. наук

Процесс перевода транспорта с традиционного нефтяного моторного топлива на природный газ в СССР в конце прошлого столетия в основном был ориентирован на компримированный природный газ (КПГ). В плановом порядке была построена сеть крупных автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), а также созданы газобаллонные бортовые системы автотранспорта.

Однако изменившаяся в 1990-х гг. экономическая обстановка, отсутствие в России проблем с нефтяными видами топлива и, прежде всего, недостатки, присущие бортовым топливным системам на КПГ, снизили интерес к переводу транспорта на КПГ и не позволили использовать в полной мере преимущества природного газа, как экономически выгодного и экологически чистого моторного топлива [1].

В настоящей статье на основании расчетов, характеристик баллонных топливных систем показано, что в последнее время как в России, так и за рубежом резко возрос интерес к переводу моторного транспорта на природный газ. При этом большое внимание уделяется внедрению бортовых топливных систем сжиженного природного газа (СПГ), особенно для большегрузных машин и автобусов.

Ключевые слова: перевод транспортных средств на природный газ, баллонная топливная система, стоимость топлива, стоимость газотопливной аппаратуры, транспортные расходы на доставку природного газа.

COMPARISON OF ON-BOARD FUEL SYSTEMS OF VEHICLES RUNNING ON COMPRESSED AND LIQUEFIED NATURAL GAS

V. Gerasimov, Director of the Engineering Center of JSC "Cryogenmash",
B. Peredelsky, Chief Specialist, JSC "Cryogenmash",
R. Darbinian, Chief Specialist, JSC "Cryogenmash", PhD

The conversion process from the traditional petroleum motor fuel to natural gas fuel when it began in the Soviet Union at the end of the last century, mainly, was aimed at conversion to compressed natural gas (CNG). In a planned way a large network of NGV filling stations (with CNG fuel), was set up across the country along with creation of on board gas-cylinder systems for gas vehicles.

However, due to radical changes in economic conditions in the 90's, due to the absence of problems in Russia with oil fuels supply and, above all, because of the inherent limitations of on-board fuel systems for CNG,- all these factors together reduced interest in the conversion of transport to CNG, and did not let the transportation industry to use the full benefits of natural gas as a cost-effective and environmentally friendly engine fuel [1].

In this paper, based on the calculations of characteristics of cylinder fuel systems, it is shown that in recent years, both in Russia and abroad there is a sharply increased interest in the conversion of motor vehicles to natural gas. At the same time, a great attention is paid to the introduction of on-board fuel systems for liquefied natural gas (LNG), especially for heavy vehicles and buses.

Keywords: conversion of vehicles to natural gas, cylinder fuel system, fuel costs, the cost of gas fueled equipment, delivery of natural gas (transportation) costs.

Рассмотрим, какие же общие недостатки бортовых систем КПГ перед системами СПГ?

К недостаткам бортовых систем КПГ, используемого в качестве моторного топлива, можно отнести, в первую очередь, высокое давление газа, определяющее толщину стенки баллонов и его массу, которое приводит к тому, что масса тары более чем в 6 раз выше, чем масса перевозимого КПГ. При этом возника-

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:40

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ет проблема с размещением габаритной батареи баллонов с большой массой на транспортном средстве. Также имеются большие неудобства с заправкой автомобильного транспорта компримированным газом, так как АГНКС, как правило, размещены на окраине городов и населенных пунктов на большом удалении от автохозяйств-потребителей, поэтому для заправки транспортных средств необходимо осуществлять "холостой пробег", что приводит к потере рабочего времени и дополнительному расходу топлива. Создание гаражных АГНКС в небольших автохозяйствах снимает это неудобство, однако во многих автохозяйствах это назначение невозможно из-за необходимости подвода газовой сети среднего давления к автохозяйству, а доставка природного газа для заправки передвижными заправщиками (ПАГЗ) не всегда экономически оправдана, особенно если они не оснащены дожимающим компрессором, позволяющим более полно использовать для заправки доставленный газ. Очевидно, что этими причинами объясняется сложившееся положение с загрузкой существующих мощностей АГНКС. Несмотря на сравнительно небольшое количество АГНКС для такой обширной страны, как Россия и льготную стоимость исходного газа, имеющиеся мощности АГНКС используются в среднем только на 10–25 % [1].

Бортовые системы СПГ имеют ряд конструктивных преимуществ по сравнению с системами КПГ:

- давление в бортовой топливной системе снижается с 19,6 до 0,6 МПа;
- в единице объема бортовой системы размещается по весу более чем в два раза больше газа;
- СПГ потребителям доставляется с помощью криогенных авто- и железнодорожных цистерн;
- производство по получению природного газа в сжиженном виде можно разместить на действующих газораспределительных станциях (ГРС) и газораспределительных пунктах городов, ТЭЦ, ГРЭС, на незагруженных АГНКС с сохранением их функционального назначения, а также на специальных ожижительных заводах СПГ.

Кроме того, применение СПГ в качестве моторного топлива позволяет получить дополнительный эффект по сравнению с КПГ:

- снизить затраты энергии на охлаждение двигателя за счет холода регазификации СПГ;
- использовать холод регазификации в рефрижераторных установках транспортных средств и т.п.

Для сравнения бортовых топливных систем СПГ и КПГ приняты следующие показатели:

- стоимость топлива на 100 км пробега;
- стоимость оборудования для бортового топливного запаса;
- стоимость газотопливной аппаратуры;
- транспортные расходы на доставку природного газа для заправки потребителей.

Стоимость топлива на 100 км пробега

Обычно в спорах о преимуществах той или иной топливной системы основным аргументом против системы с СПГ является утверждение, что стоимость СПГ превышает КПГ. Проведенный анализ показывает, что это далеко не всегда так.

В работе [2] проведены экономические расчеты для перевода ДВС на газомоторное топливо, которые приведены в табл. 1.

Стоимость СПГ, приведенная в табл. 1, составляет 13 400 руб./т, тогда как в настоящее время ЗАО "Криогаз" (г. Санкт-Петербург) отпускает СПГ потребителям по цене 13 000 руб./т с доставкой, включая налоги [1]. Несмотря на завышение цены СПГ [2] более чем на 25 %, стоимость пробега автотранспор-

Таблица 1

Топливо	Теплотворная способность, кДж/кг	Плотность, кг/м^3	Отношение расхода топлива, 1 л к эквиваленту 1 л бензина	Отношение расхода топлива, 1 л к эквиваленту 1 л дизтоплива	Розничная средняя цена за 1 л топлива, руб.	Стоимость 100 км пробега в эквиваленте 40 л (бензина) на 100 км, руб.
Бензин	44 200	730	1,0	1,2	22,4	896,0
Дизтопливо	39 000	830	0,8	1,0	19,0	608,0
Пропан-бутан	46 000	540	1,1	–	12,3	550,0
КПГ	48 500	143	1,0*	1,0*	9,0**	360,0
СПГ	48 500	455	1,6	1,6	6,15	393,6

* Указан расход топлива в нм^3.
**Цена указана за 1 нм^3 на 2009 г.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:41

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 2

Тип баллона	Удельная масса, кг/л	Цена долл. США/л	Отношение массы баллона к массе газа, кг/кг	Общая стоимость баллонов, долл. США	Общая масса баллонов, кг	Количество баллонов, шт.
I	0,9	3–5	6,285	2070–3450	621	14
II	0,7–0,9	5–7	4,89–6,285	3450–4830	483–621	14
III	0,6–0,9	9–14	4,19–6,285	6210–9660	414–621	14
IV	0,3–0,5	11–18	2,09–3,49	7560–12 420	207–345	14

та на 100 км с использованием СПГ в качестве бортового запаса ниже, чем с КПГ и другими видами топлива, а если учесть фактор снижения грузоподъемности автотранспорта за счет веса баллонов, то эффект бортовой системы СПГ по сравнению с КПГ выглядит еще значительнее.

Стоимость оборудования для бортового топливного запаса

Оборудование бортового запаса для КПГ представляется секцией газовых баллонов высокого давления, а для СПГ – криогенным баком с эффективной низкотемпературной изоляцией и теплообменником-испарителем.

Сравнение бортового оборудования автотранспорта, работающего на компримированном и сжиженном природном газе, приводится на конкретном примере применительно к автомобилю "КамАЗ-65115" с расходом топлива 42 л (по дизтопливу) на 100 км и с запасом, обеспечивающим пробег автомобиля 300–330 км за одну заправку.

Характеристика баллонной топливной системы автомобиля "КамАЗ-65115", работающего на КПГ

Для перевода автомобилей на компримированный газ в настоящее время выпускаются четыре типа баллонов на давление 19,6 МПа по ISO 11439 [3] (табл. 2):

I тип – цельнометалические, доля на рынке 90 %;

II тип – металлопластиковые с армирующей оболочкой по цилиндрической части, доля на рынке 4 %;

III тип – металлопластиковые с армирующей оболочкой по всей поверхности, доля на рынке 1 %;

IV тип – композитные, доля на рынке 3 %.

Характеристика криобака топливной системы автомобиля "КамАЗ-65115", работающего на СПГ этого автомобиля

Данные по характеристике криобака для этого автомобиля приняты на основании проработок ОАО "Криогенмаш", выполненных с учетом результатов разработки аналогичного бака на 560 л [4, 5] (табл. 3).

Таблица 3

Наименование параметра	Единица измерения	Величина
Емкость бака	л	260
Масса СПГ в баке	кг	98
Объем газа после регазификации	нм^3	138
Рабочее давление в баке	МПа	0,6
Время бездренажного хранения от 0,05 до 0,6 МПа (изб.)	сут.	12–15
Производительность по газу, max/min	г/с	20/10
Габариты бака $D \times L$	мм	490×2400
Внешний объем бака	м^3	0,576
Масса порожнего бака с теплообменником	кг	120
Стоимость бака с теплообменником	долл. США/кг	4000*
Отношение массы бака к массе газа	кг/кг	1,224
Отношение стоимости бака к массе газа	долл. США/кг	40,8–30,6

*Ориентировочная стоимость топливного бака с установкой на автомобиль при мелкосерийном производстве

Отношение монтажного объема баллонов на автомобиле "КамАЗ-65115" к монтажному объему криобака составляет 1,58.

Стоимость газотопливной аппаратуры

Газотопливная аппаратура двигателя внутреннего сгорания (ДВС) предназначена для трансформации параметров хранимых бортовых запасов КПГ или

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:41

Color profile: Disabled
Composite Default screen

СПГ в параметры подаваемого газа в рабочую полость цилиндров двигателя. При использовании СПГ в качестве моторного топлива основными элементами газотопливной аппаратуры являются: регулятор поддержания давления в топливном криогенном баке, фазовый переключатель, дистанционный указатель уровня и теплообменник-испаритель для регазификации СПГ, КИП, тогда как при использовании КПГ применяются редукторы высокого и низкого давлений, отсечные клапаны, теплообменник-подогреватель КПГ, КИП и пр.

Стоимость газотопливной аппаратуры системы для СПГ, исключая теплообменник-испаритель, стоимость которого была учтена в стоимости криобака, практически не превышает стоимость газотопливной аппаратуры для системы КПГ и может быть условно принята равной.

Транспортные расходы на доставку природного газа для заправки автотранспорта

В качестве средств доставки природного газа для заправки автотранспорта (заправочные станции, автохозяйства и т.п.) рассматриваются:

– для КПГ – ПАГЗ-3200/32-4 (ГУП ПО "Баррикады", г. Волгоград);

– для СПГ – криогенная цистерна-контейнер ЦТП-16/0,8 на базе 20-футового контейнера с прицепом и тягачом (ОАО "Криогенмаш", г. Балашиха Московской обл., разработка рабочей конструкторской документации 2003 г.).

Стоимость криогенной цистерны-контейнера ЦТП-16/0,8 для доставки и заправки СПГ и заправочного устройства в месте базирования автотранспорта (около 100–110 тыс. долл. США) соизмерима со стоимостью ПАГЗ-3200/32-4 (около 110–120 тыс. долл. США), однако по количеству доставляемого на заправку газа одна цистерна ЦТП-16/0,8 заменяет три ПАГЗ-3200/32-4.

Кроме того, к преимуществам доставляемого СПГ можно отнести то, что сжиженный природный газ может быть использован также для заправки транспортных средств, имеющих бортовые топливные системы компримированного газа. Для этого на отдельном транспортном прицепе или на месте заправки устанавливается криогенный насос высокого давления для повышения давления с 0,2–0,6 МПа до давления 19,6 МПа и испаритель для регазификации СПГ и подогрева газа.

На основании вышеизложенных сравнений двух вариантов бортовых систем природного газа можно сделать следующие выводы:

1. Очевидно, что развитие газобаллонного автотранспорта будет происходить по пути перехода от баллонов I типа к баллонам IV типа с целью снижения отношения массы баллонов к перевозимому топливу с 6,28 до 2,09–3,49 или в 1,8–3,0 раза. При этом стоимость композитных баллонов на единицу перевозимого газового топлива увеличится более чем в 3,6 раза.

2. В настоящее время разработанные бортовые системы для СПГ имеют более высокие технико-экономические показатели, чем системы КПГ. Так, отношение массы криобака с теплообменником к массе перевозимого топлива составляет 1,224 или в 1,7 раза меньше, чем у композитных баллонов IV типа, а стоимость криобака на единицу перевозимого топлива в 2,5–3,0 раза ниже, чем у композитных баллонов.

3. Затраты на переоборудование автотранспорта с традиционного моторного топлива на природный газ с баллонами высокого давления или на сжиженный природный газ практически мало отличаются, хотя в последнем случае топливная система несколько упрощается.

4. Проведенные в конце 1980-х гг. лабораторией завода "ЗИЛ" и НИАТ (г. Москва), с участием ОАО "Криогенмаш", испытания трех криобаков для автомобилей "ЗИЛ-138" показали высокую степень взрывопожаробезопасности бортовых систем СПГ.

5. Анализ состояния использования СПГ в газовом транспорте в качестве бортового запаса топлива в развитых зарубежных странах, а также изложенные технические и экономические соображения показывают, что более перспективным направлением перевода моторного транспорта на природный газ являются топливные системы СПГ.

ОАО "Криогенмаш", имея многолетний опыт по сжижению воздуха, водорода, гелия и других низкотемпературных газов, располагает собственными разработками ожижительных установок производительностью до 240 т СПГ в сутки, в том числе установками, работающими по энергосберегающим технологиям на базе ГРС и ГРП.

ОАО "Криогенмаш" может разработать и изготовить весь комплекс технологического оборудования для СПГ, включающий: установки для подготовки природного газа к сжижению и его сжижение, базовые системы хранения на базе резервуаров с высокоэффективной изоляцией заводской сборки, средства доставки СПГ потребителям типа автоцистерн или цистерн-контейнеров, оборудование заправочных комплексов автотранспорта, оборудование для регазификации СПГ на месте его использования, топливные бортовые системы СПГ для транспортных средств и другое необходимое оборудование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Саркисян В.** Экономические проблемы газификации с использованием СПГ // АГЗК. 2002. № 2. С. 48, 49.

2. **Савицкий А.** Экономические расчеты для перевода ДВС на газомоторное топливо // АГЗК. 2002. № 5.

3. **Информационный** бюллетень национальной газомоторной ассоциации (НГА). М. 2003. № 2 (13).

4. **Криогенные** комплексы в ОАО "Норильская горная компания". Технико-коммерческое предложение. ОАО "Криогенмаш". 2000. С. 69.

5. **Дарбинян Р., Передельский В., Довбиш А., Ляпин А.** Перевод карьерных самосвалов на газодизельный и газовый режимы работы с использованием бортовых систем СПГ // АГЗК. 2002. № 2. С. 40–44.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:41

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЖИЖЕНИЯ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Е.Б. Федорова, доцент, канд. техн. наук, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,
М.П. Хайдина, доцент, канд. техн. наук, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,
Т.А. Мамаева, аспирантка, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Статья посвящена исследованию процесса сжижения метана угольных отложений (МУО). В настоящее время Австралия занимает лидирующее место в мире по проектированию и строительству объектов сжижения природного газа из метаноугольных месторождений. В России крупное месторождение МУО, где могут быть построены установки по сжижению, находится в Кузбассе. Предложен и исследован простой дроссельный цикл для малотоннажной установки сжижения МУО, которая может быть использована для автономного газоснабжения населенных пунктов.

Ключевые слова: СПГ, природный газ из нетрадиционных источников, метаноугольных отложений, сжижение МУО, автономное газоснабжение на СПГ.

STUDY OF LIQUEFACTION PROCESS FOR CBM (COAL BED METHANE)

E.B. Fedorova, senior lecturer, candidate of sciences, Gubkin State University of Oil and Gas,
M.P. Khaydina, senior lecturer, candidate of sciences, Gubkin State University of Oil and Gas,
T.A. Mamaeva, graduate studente, Gubkin State University of Oil and Gas

The problems of natural gas liquefaction produced from non-conventional resources are discussed in the article. Now Australia takes the first world place in the field of designing and building LNG plants for produced CBM. Big deposit of CBM is in Kuzbass in Russia. LNG plant can be built there.

A simple throttle cycle is suggested and studied for low production technologies to liquefy CBM. It may be used for independent gas supply of towns and villages.

Keywords: LNG, unconventional natural gas, coal bed methane (CBM), coal seam gas (CSG), CBM liquefaction, independent gas supply of towns and villages.

Добыча природного газа из нетрадиционных источников, которая наблюдается в мире уже в течение последних двадцати лет, сильно изменила картину мирового экспорта и импорта природного газа. К нетрадиционным источникам природного газа относятся плотные коллектора, сланцы и угольные месторождения. Дислокация месторождений нетрадиционного газа сильно отличается от расположения традиционных месторождений углеводородов. Многие страны, например, США или Канада, обладая большими запасами сланцевого или угольного газа, превращаются из импортеров в экспортеров природного газа.

В частности, в США увеличение добычи природного газа из нетрадиционных источников (ГНТИ) повлияло на показатели американского импорта. Уже в 2008 г. получение ГНТИ удовлетворяло более половины потребностей внутреннего рынка, тогда как в 2000 г. – не более 30 % [1]. При этом импортные поставки СПГ в эту страну в период с 2000–2009 гг. обеспечивали от 1 до 3 % от общего потребления природного газа в США [2, 3].

По той же причине, что и в конце 1950-х гг. в Алжире, когда открытие в Сахаре крупного месторождения природного газа Hassi R'Mel и появившаяся возможность экспортировать газ в европейские страны привели к строительству первого в мире завода по производству СПГ, в последние два-три года некоторые страны–производители ГНТИ рассматривают возможность применения технологий сжижения для транспортировки газа на дальние расстояния. В Азиатско-Тихоокеанском регионе нетрадиционный газ может стать важным фактором роста СПГ-индустрии. Среди перспективных производителей СПГ из угольного метана – Австралия и Индонезия. Большими запасами угля обладают Россия и Китай [4]. В табл. 1 представлены данные по извлекаемым запасам угля в некоторых странах [5].

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:42

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 1

Извлекаемые запасы угля, по состоянию на 2008 г.*

Страна	Извлекаемые запасы, млн. т
Австралия	76,402
Китай	114,502
Индонезия	5,529
Индия	60,6
Польша	5,709
Россия	157,013
США	236,372

*По данным US EIA, Coal Reserves [5]

В Канаде на рассмотрении находится проект завода по сжижению сланцевого газа, который предполагается разместить в области Китимат в Британской Колумбии. Но стоимость производства сланцевого газа значительно выше, чем традиционного газа и газа из угольных пластов, и это оказывает негативное влияние на экономическую эффективность проектов сжижения сланцевого газа [6].

Более жизнеспособными из рассматриваемых проектов для ГНТИ на данном этапе являются проекты сжижения газа из метаноугольных месторождений.

На данный момент в Австралии на разных стадиях готовности существуют пять проектов сжижения газа из угольных пластов – 4 крупнотоннажных и 1 малотоннажный. Все они построены по одной модели: метан угольных отложений (МУО) добывается в южных и центральных районах Квинсленда и по 400-километровому газопроводу направляется на заводы СПГ в Глэдстоуне, на северо-восточном побережье Австралии. По прогнозам, суммарная производительность четырех основных заводов СПГ из угольного метана первоначально составит около 16 млн т в год, а затем вырастет до 57–58 млн т в год [7].

Завод Bontang LNG в Восточном Калимантане (Индонезия) может в будущем стать первым гибридным по сырью проектом, принимающим как газ из традиционных месторождений, так и МУО.

На рис. 1 представлена карта мировых проектов СПГ из нетрадиционных источников.

В дополнение к проектам, отображенным на карте (рис. 1), польская компания LNG-Silesia совместно с американскими партнерами в настоящее время приступила к реализации проекта малотоннажного производства СПГ с содержанием метана 97 % из угольного газа производительностью 3 тыс. т в год.

Несмотря на большое количество ресурсов в нетрадиционных месторождениях по всему миру, существует ряд проблем, помимо экономических, с которыми сталкиваются разработчики технологий сжижения сланцевого или угольного газа.

Одной из основных трудностей реализации проекта СПГ из угольного газа является обеспечение достаточного количества сырья. Для поддержания одинаковой производительности завода СПГ необходимо в сто раз больше продуктивных скважин на метаноугольном месторождении, чем

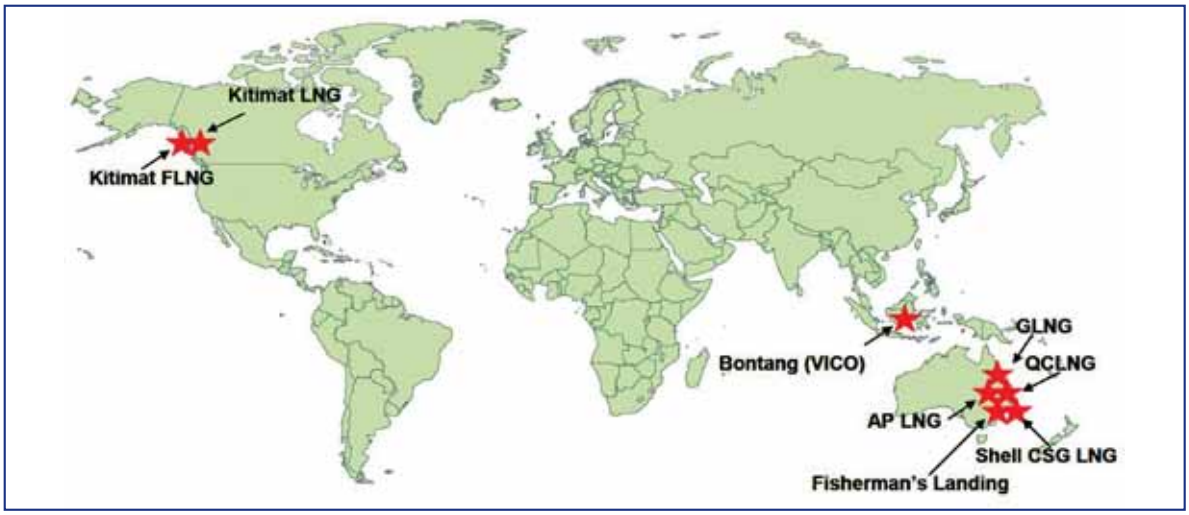


Рис. 1. *Проекты заводов СПГ, рассчитанные на поступления газа из нетрадиционных источников [6]*

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 2

Требования к теплотворной способности СПГ по странам мира

Страна	Теплотворная способность, МДж/м^3	
	Минимум	Максимум
Япония	39,7	43,3
Корея	40,0	43,7
США	35,8	40,8
Великобритания	36,7	42,4
Франция	36,2	43,3
Испания	35,0	449

на традиционном. К тому же на скважинах, добывающих метан угольных отложений, должны проводиться мероприятия по повышению отдачи пласта, что приводит к нестабильности дебитов, к непостоянству количества добывающих скважин. По предварительным оценкам, для обеспечения завода СПГ с производительностью 1,5...4 млн т в год на протяжении 20 лет может потребоваться около 3000 скважин [8]. В частности, для загрузки четырех основных заводов СПГ на северо-восточном побережье Австралии потребуется более 27 125 добывающих скважин [7].

Угольный метан добывается из скважин при низком давлении и требует дополнительной компрессии для подачи по трубопроводу на завод СПГ. МУО относится к сильно тощим газам, он отличается почти полным отсутствием других углеводородов нормального ряда, которые часто существенно поднимают экономику СПГ-проекта. Отсутствие легких углеводородных газов C_2+ в товарном СПГ снижает его теплотворную способность, что не приветствуется в ряде стран–потребителей СПГ.

Для потребителей сжиженного природного газа большое значение имеет такой показатель, как высшая теплотворная способность (HHV – Higher Heating Value) – количество тепла, производимого при сжигании одного стандартного кубического метра топлива при атмосферном давлении и температуре 15 °С. СПГ продается и покупается на основании показателя теплотворной способности, значение которой зависит от состава СПГ. Наличие азота в сжиженном газе снижает его теплотворную способность, а присутствие этана и других более тяжелых углеводородов повышает этот показатель. В разных странах приняты различные стандарты высшей теплотворной способности. Требования Японии к качеству СПГ по показателю высшей теплотворной способности находятся в диапазоне 39,7...43,3 МДж/м^3, Испании – 35,0...44,9 МДж/м^3. Спецификации теплотворной способности СПГ по странам представлены ниже (табл. 2) [9].

Товарный СПГ из МУО будет иметь среднее значение теплотворной способности около 37,26 МДж/м^3 [8]. Если этот показатель устраивает большинство европейских стран и США, то для поставок на рынки Японии и Кореи угольный СПГ необходимо будет дополнительно обогащать углеводородами C_2 и C_3. Это возможно осуществить либо на регазификационных терминалах, перед подачей в магистральный газопровод, либо добавляя порции переохлажденного сжиженного этана в СПГ перед транспортировкой потребителям.

Состав примесей в природном газе угольных пластов может варьироваться в широком диапазоне, что требует разноплановых инвестиций в установки очистки и осушки газа. Коммерчески привлекательным считается газ с содержанием метана не менее 90 % мол.

К примеру, угольный природный газ из Австралии содержит 98 % метана и совсем не содержит углекислого газа, что удешевляет его подготовку к сжижению. В то же время силезский угольный газ имеет в качестве примесей азот, кислород, воду и углекислый газ. Удаление этих примесей из газа требует дополнительных инвестиций в установки очистки. Типовые составы газа из традиционных и метаноугольных месторождений приведены в табл. 3 [8].

При этом состав сырья может меняться от скважины к скважине, так как они могут вскрывать различные пропластки, образованные углями, имеющими различные степени метаморфизма, принадлежащими к различным классам, скважины подвержены затоплению пластовыми водами.

Если не менять значение теплотворной способности товарного СПГ из МУО, то он может рассматриваться как сырье для потребления внутри страны, для транспортировки потребителям, удаленным от магистральных газопроводов, для использования в качестве топлива отечественным железнодорожным и автотранспортом.

В России производство сжиженного метана угольных пластов может быть основано на сырье из Талдинского угольного разреза в Кемеровской

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 3

Типовые составы углеводородного и угольного газа

Компоненты газа	Углеводородный, % мол.	Угольный, % мол.
Метан	83	95
Углекислый газ	2,5	3,0
Азот	1,5	2,0
Этан	6,5	Следы
Пропан	3,0	Отсутствует
Бутаны	1,5	Отсутствует
Пентаны и выше	0,5	Отсутствует
Сероводород	1,5	Отстутствует

области. Общие запасы Кузбасса по угольному метану оцениваются в 13 трлн м^3 газа [10], его промышленная добыча в перспективе составит 3,5–4 млрд м^3 газа ежегодно [10]. Это позволит построить технологическую линию по сжижению с производительностью от 1 до 2 млн т СПГ в год.

Типовая технологическая линия производства СПГ из угольного газа будет включать в себя следующие процессы:

– удаление из газа твердых частиц;
– удаление кислых компонентов;
– осушка;
– удаление следов серы и соединений ртути;
– охлаждение и сжижение газа;
– выделение азота из сжиженного газа (при содержании в СПГ азота более 1,5 %).

По сравнению с традиционной технологической схемой завода СПГ, здесь отсутствуют установки удаления тяжелых компонентов, стабилизации конденсата и фракционирования (рис. 2). При использовании технологических процессов со смешанными хладагентами, компоненты хладагентов должны быть импортированы на завод. Практически полное отсутствие сероводорода в угольном газе значительно облегчает процесс удаления кислых компонентов, который в итоге сводится к очистке от углекислого газа. С другой стороны, из-за большого содержания влаги в поступающем газе установка осушки должна быть более производительной.

Содержание влаги в природном газе, направляемом на сжижение, должно составлять менее 1 объемной части на 1 млн объемных частей газа (1 ppmv). Такая степень осушки может быть обеспечена адсорбцией на молекулярных ситах. Обычно в качестве адсорбента применяется цеолит марки 4А. В настоящее время заводы СПГ используют установки осушки, включающие, как правило, три параллельно включенных адсорбера, работающих в цикличном режиме, два из которых работают на осушку природного газа, а третий – на регенерацию адсорбента. Повышенное влагосодержание в МУО может потребовать строительства более мощной установки осушки.

Технологический процесс сжижения угольного метана должен быть выбран после тщательных технико-экономических расчетов.

В МУО отсутствуют компоненты смешанных хладагентов (СХА), широко используемых в миро-

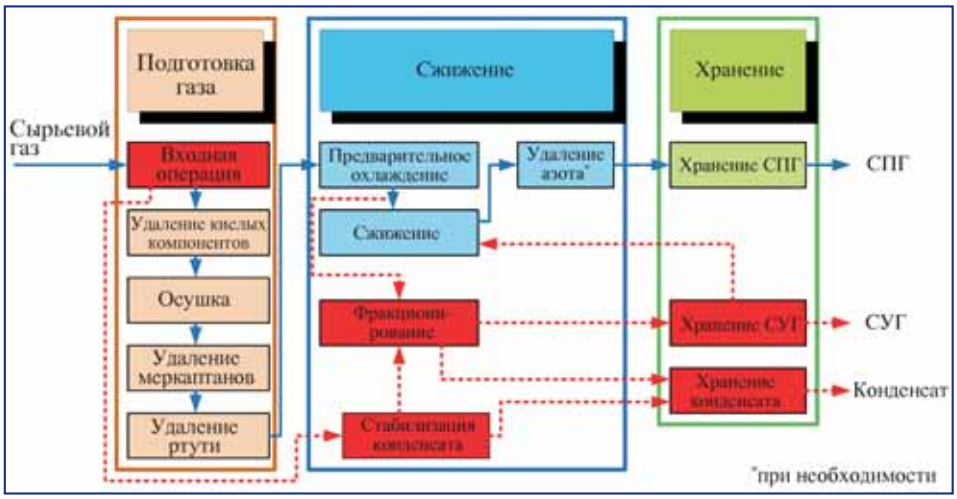


Рис. 2. *Типовая схема завода СПГ (красным цветом отмечены установки и процессы, не требующие при сжижении метана угольных отложений)*

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:00:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen

вой индустрии СПГ, а также применяющиеся в каскадных процессах. В случае выбора каскадного процесса сжижения или технологии на основе СХА, необходимо предусмотреть импорт углеводородов как для начальной загрузки холодильных циклов, так и для пополнения хладагентов, общее количество которых уменьшается вследствие утечек через уплотнения компрессоров.

Если исключить импорт углеводородов C_2+, надо искать хладагенты в самом угольном метане. В работе [11] был предложен технологический процесс сжижения метана с использованием азотного холодильного цикла. В данной работе для малотоннажной установки сжижения МУО производительностью 100 тыс. т/год была выбрана простая дроссельная схема с предварительным охлаждением с помощью серийной холодильной машины.

Основными критериями выбора данной технологической схемы были:

– надежность (из-за особенности эксплуатации скважин угольного метана);

– простота регулирования системы;

– возможность блочно-модульного строительства (компактность).

Наличие предварительного охлаждения позволяет уменьшить нагрузку, а соответственно и повысить производительность основного криогенного теплообменника. Вследствие отсутствия в газе пропана, широко используемого в качестве хладагента для предварительного охлаждения, потребовался иной внешний источник холода. Учитывая необходимый диапазон температур –25 °С...–45 °С была выбрана фреоновая холодильная машина с фреоном-12 в качестве хладагента.

Технологическая схема процесса представлена на рис. 3.

Для расчета в программе HYSYS был взят очищенный и осушенный природный газ следующего состава:

метан – 98 %;

этан – 0,5 %;

азот – 1,5 %.

Данный состав газа соответствует газу метаноугольных месторождений [12].

Поток угольного метана после сжатия в компрессоре К-1 и охлаждения в водяных холодильниках Т-1 и Т-2 поступает на стадию предварительного охлаждения, где проходит первый рекуперативный теплообменник Т-4 и холодильную машину Т-3. Далее газ подается в основной криогенный теплообменник Т-5, после чего дросселируется в расширительном устройстве Др-1. После дросселя двухфазный поток поступает в сепаратор С-1, где несконденсировавшийся газ отделяется и обратным потоком подается последовательно в два рекуперативных теплообменника для охлаждения прямого потока газа. Из нижней части сепаратора С-1 отводится СПГ.

Из приведенной технологической схемы видно, что коэффициент ожижения природного газа составляет значительно меньше 100 %. Были проведены исследования зависимости коэффициента ожижения газа от степени его сжатия в компрессоре и температуры предварительного охлаждения (–25, –35 и –45 °С). На рис. 4 показано, что коэффициент ожижения растет с повышением давления нагнетания в компрессоре. Кроме того, чем ниже температура предварительного охлаждения,

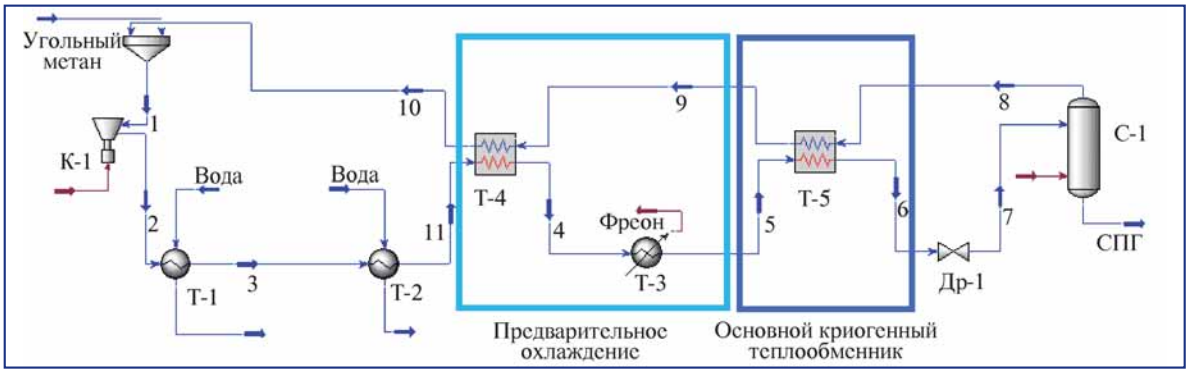


Рис. 3. *Простой дроссельный цикл с предварительным охлаждением:*
К-1 – компрессор; Т-1, Т-2 – водяные холодильники; Т-3 – фреоновая холодильная машина; Т-4; Т-5 – спирально-витые рекуперативные теплообменники; С-1 – сепаратор; Др-1 – дроссель

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:02

Color profile: Disabled
Composite Default screen

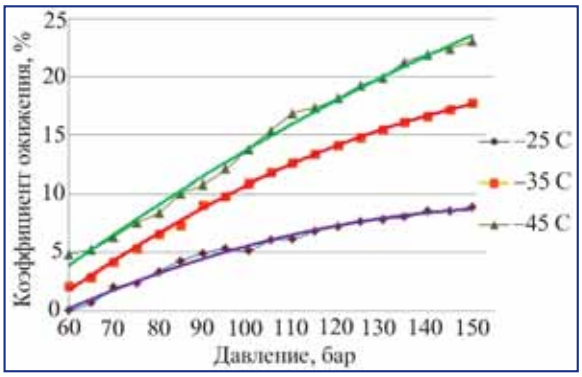


Рис. 4. Зависимость коэффициента ожижения МУО от давления нагнетания в компрессоре и температуры предварительного охлаждения

тем выше коэффициент ожижения при том же давлении нагнетания.

Поскольку при постепенном повышении давления нагнетания в компрессоре и зафиксированном давлении дросселирования газа может произойти переход из области нисходящих в область восходящих изоэнтальпийных кривых, что соответствует отрицательному дроссель-эффекту, были проведены дальнейшие исследования коэффициента ожижения от давления нагнетания в более широком диапазоне для температуры предварительного охлаждения –45 °С.

На рис. 5 показано, что максимальное значение коэффициента ожижения, равное 25,3 %, было получено при давлениях нагнетания 360–380 бар, при дальнейшем повышении давления коэффициент ожижения понижается из-за отрицательного дроссель-эффекта. При повышении давления нагнетания более 200 бар прирост коэффициента ожижения незначителен по сравнению с возрастающим давлением нагнетания компрессора, а соответственно капитальными и эксплуатационными затратами. Следовательно, за оптимальную величину давления нагнетания в данном цикле может быть принято давление 200 бар. При этом давлении коэффициент ожижения составляет 23 %.

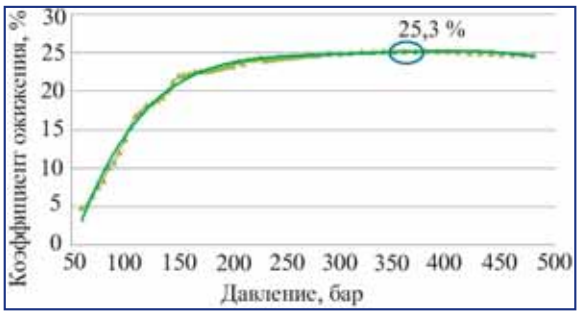


Рис. 5. Зависимость коэффициента ожижения МУО от давления нагнетания при температуре предварительного охлаждения –45 °С

Рассмотренный процесс сжижения МУО и малотоннажная установка на его основе могут быть использованы при разработке схемы автономного газоснабжения населенных пунктов. Основным преимуществом данного процесса является то, что хладагент берется непосредственно из потока сырьевого газа. При этом исключается необходимость завоза и хранения специальных хладагентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Houghton D., Limam M., Thompson S.** Unconventional gas: good and bad news for global LNG. Proceedings of International Conference LNG-16, Oran, Algeria. 2010.

2. **What** role does liquefied natural gas (LNG) play as an energy source for the United States? Independent Statistics & Analysis U.S. Energy Information Administration (EIA). http://www.eia.gov/energy_in_brief/liquefied_natural_gas_lng.cfm.

3. **Natural** Gas. Independent Statistics&Analysis U.S. Energy Information Administration. http://www.eia.gov/naturalgas/data.cfm.

4. **Feasibility** Study of Coal Bed Methane Production in China Energy and Environment Programme. (EuropeAid/120723/D/SV/CN). Beijing : China University of Petroleum, March 2008.

5. **International** Energy Statistics. Independent Statistics & Analysis U.S. EIA. http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=1&pid=7&aid=6&cid=AS,CH,ID,PL,RS,US,&syid=2008&eyid=2008&unit=MST.

6. **Harris F., Pearson A., McManus A., Law G.** An unconventional future for LNG supply? Proceedings of International Conference LNG-16, Oran, Algeria. 2010.

7. **Уилкинсон Р.** Угольный метан Восточной Австралии усилит газовый потенциал страны. Oil&Gas Journal Russia. 2011. № 6 (50). С. 52–58.

8. **Unsworth N.J.** LNG from CSG—challenges and opportunities. Proceedings of International Conference LNG-16, Oran, Algeria. 2010.

9. **Coile D., de la Vega F.F., Durr C.** Natural gas specification: challenges in the LNG industry. Proceedings of International Conference LNG-15, Barcelona, Spain. 2007.

10. **Проект** "Метан кузбасса" // Транспорт на альтернативном топливе. 2010. № 2 (14). С. 3.

11. **Федорова Е.Б., Хайдина М.П.** Производство СПГ из метана угольных отложений // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 6 (24). С. 71–75.

12. **Сторонский Н.М., Хрюкин В.Т., Митронов Д.В., Швачко Е.В.** Нетрадиционные ресурсы метана угленосных толщ // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008., т.LII. №6.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:10

Color profile: Disabled
Composite Default screen

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ЗАПАЛЬНЫХ ДОЗ ГАЗОДИЗЕЛЕЙ

Ю.М. Крохотин, Воронежская государственная лесотехническая академия (ВГЛТА).
Кафедра "Автомобили и сервис", канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрены пути решения проблемы получения стабильных запальных доз газодизелей. Приведена схема форсунки и освещен принцип работы аккумуляторной топливной системы, исключающий пропуски запальных доз дизельного топлива.

Ключевые слова: газодизель, запальная доза, комбинированное запирание иглы форсунки.

SOLVING THE PROBLEM OF OBTAINING STABLE PILOT DOSES OF GAS DIESEL ENGINES

Yu.M. Krokhotin, Voronezh State Forestry Technical Academy (VGLTA).
Chair: "Vehicles and Service", Ph.D., Associate professor

Ways of solving the problem of obtaining stable pilot doses of gas diesel engines are represented. The scheme of the fuel injector is given and the principle of battery fuel system operation, excluding pilot doses gaps of diesel fuel is elucidated.

Keywords: gas diesel engine, pilot dose, combined locking of injector needle.

Считается, что на сегодняшний день наиболее перспективным направлением замещения традиционных моторных топлив альтернативными топливами является использование сжатого природного газа [1]. Особую трудность в реализации этого направления представляет подача малых запальных доз топлива [2]. По данным [3], серийная топливная аппаратура не обеспечивает устойчивую запальную дозу величиной 15 % от номинальной цикловой подачи, что приводит к пропускам рабочих циклов и скапливанию несгоревшего газа в выпускной системе газодизеля. В связи с этим, пуск и прогрев газодизелей, даже имеющих микропроцессорную систему управления (например, ЯМЗ-621.10), происходит на дизельном топливе без подачи газа.

В Воронежской ГЛТА с 1974 г. до настоящего времени ведутся работы по созданию аккумуляторных топливных систем (АТС) и топливных систем непосредственного действия (ТСНД) дизелей и газодизелей. Одной из проблем работы ТС дизелей является нестабильная подача топлива в последовательных циклах, приводящая на режиме холостого хода к пропускам рабочих циклов. Решение этой проблемы привело к созданию конструкции форсунок, исключающих пропуски подач, соответствующих режиму холостого хода, и обеспечивающих стабильные запальные дозы величиной до 5 % и менее. На рис. 1 представлены кривые, характеризующие процесс работы АТС с электрогидравлическими форсунками, имеющими комбинированное запирание иглы, при двойном и ступенчатом впрыскивании топлива, соответствующего работе дизеля 10Д20,7/2×25,4 на номинальном режиме.

Кривые показывают, что нестабильность максимальной величины давления впрыскивания запальных доз не превышает 22 %.

Такой результат определяется конструкцией форсунки, схема которой представлена на рис. 2.

Характерной особенностью форсунки является наличие промежуточного подвижного упора, нагруженного пружиной. Упор установлен так, что при нахождении иглы на запирающем конусе распылителя между верхним торцом иглы и подвижным упором образован зазор $Y_{и.г}$. При подъеме иглы на протяжении хода $Y_{и.г}$ пружина не действует на иглу, а в форсунке обеспечивается гидравлическое запирание. При подъеме иглы на бо́льшую ве-

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:10

Color profile: Disabled
Composite Default screen

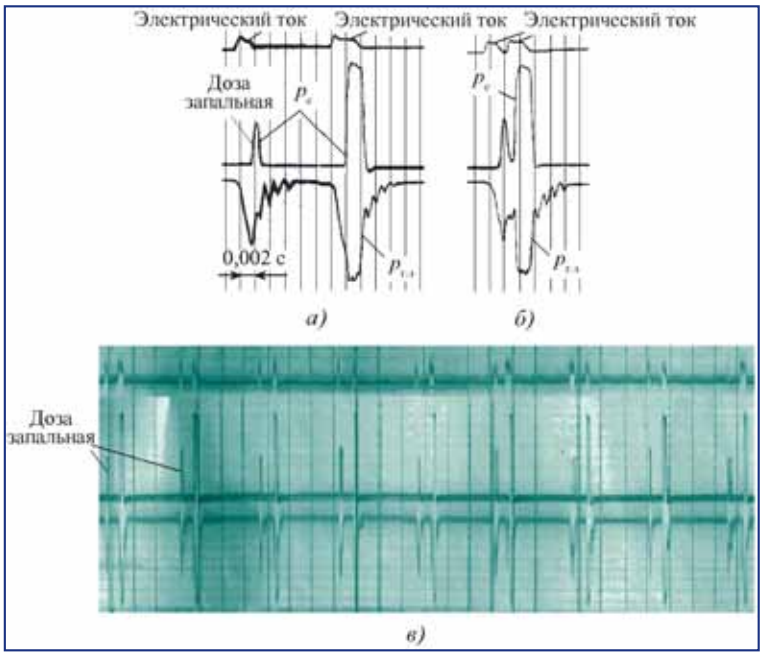


Рис. 1. *Двухразовое и ступенчатое впрыскивание топлива электрогидравлической форсункой дизеля 10Д20,7/2×25,4:*
а – предварительный электрический импульс подан за $12{,}8 \cdot 10^{-3}$ с до основного; *б* – предварительный импульс подан за $2{,}9 \cdot 10^{-3}$ с; *в* – стабильность запальных доз и основной подачи в последовательных циклах; $p_{г.з}$, $p_с$ – давления гидрозапирания и впрыскивания

личину начинает действовать пружина, обеспечивая гидромеханическое запирание на протяжении хода $Y_{и.гм}$.

Форсунка не имеет аналогов, поэтому остановимся на ее работе более подробно. Когда электрический ток не подается на обмотку электромагнита ($P_{эл.м} = 0$), впускной клапан (ВК) открыт, а сливной клапан (СК) закрыт, давление топлива над иглой и под иглой форсунки равны давлению в аккумуляторе (рис. 3).

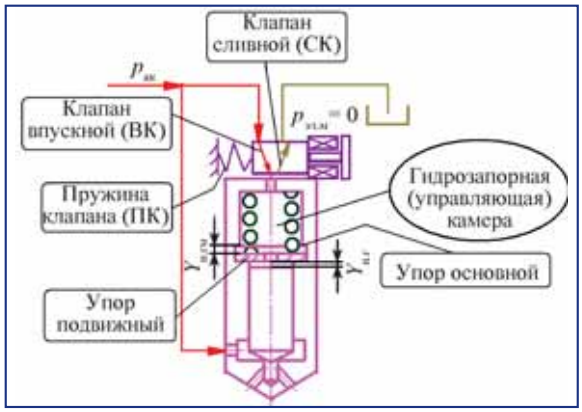


Рис. 2. *Схема электрогидравлической форсунки с комбинированным запиранием иглы, предназначенной для работы в составе аккумуляторной топливной системы*

Нижняя тарелка пружины форсунки, являющаяся подвижным упором, прижата к специальной опоре. Регулировочная шайба, установленная под опору, обеспечивает зазор $Y_{и.г}$ между тарелкой пружины и штангой форсунки. Так как сверху топливо действует на всю площадь иглы ($f_и$), а снизу лишь на дифференциальную площадку ($f_{дифф}$), игла прижата к запирающему конусу распылителя силой $P = p_{ак}\,(f_и - f_{дифф})$. Когда ток поступает в обмотку электромагнита устройства управления (УУ) давлением в гидрозапорной камере (ГЗК), якорь перемещает оба клапана: ВК закрывается, СК открывается (см. рис. 3, *б*). Давление над иглой резко уменьшается. Когда усилие топлива на иглу со стороны ГЗК станет меньше усилия со стороны подыгольной камеры, игла начинает подниматься, не встречая сопротивления пружины форсунки. После того, как игла пройдет расстояние $Y_{и.г}$, штанга форсунки ударяется в подвижный упор (нижнюю тарелку пружины). В работу вступает пружина форсунки. Далее в зависимости от величины цикловых подач подвижный упор ведет себя по-разному.

При подачах, соответствующих работе дизеля под нагрузкой, игла преодолевает усилие пружины и подвижный упор перемещается вверх на максимальную величину хода иглы форсунки $Y_{и.max}$ (рис. 4).

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen

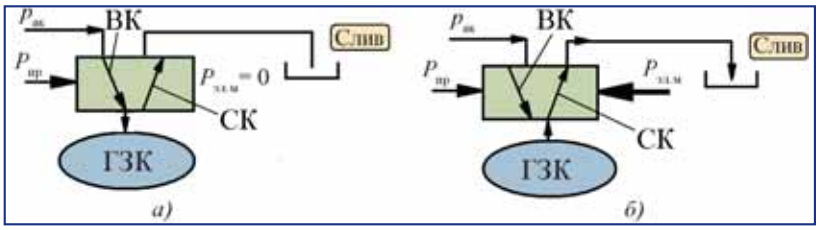


Рис. 3. *Схема работы устройства управления:*
а – при подаче топлива в управляющую камеру над иглой форсунки (топливо не впрыскивается в цилиндр); *б* – при сливе топлива из управляющей камеры (топливо впрыскивается в цилиндр)

После прекращения подачи тока в обмотку электромагнита пружина УУ закрывает СК и открывает ВК (см. схему на рис. 3, *а*). Давление в ГЗК резко возрастает. При гидромеханическом запирании под действием суммарной силы топлива и пружины игла форсунки начинает быстро опускаться. После посадки нижней тарелки пружины форсунки на опору действие пружины прекращается. Игла продолжает опускаться под действием давления топлива со стороны управляющей (гидрозапорной) камеры. Таким образом, реализуется комбинированное запирание: в начале опускания иглы – гидромеханическое, в конце опускания – гидравлическое.

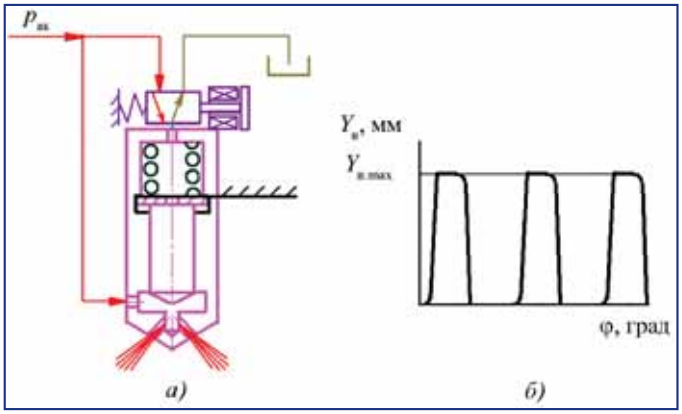


Рис. 4. *Схема, поясняющая процесс подъема иглы на полную высоту:*
а – схема форсунки; *б* – перемещение иглы в последовательных циклах

Когда величина цикловой подачи топлива соответствует запальным дозам, игла не в силах преодолеть усилие пружины форсунки. Подвижный упор становится неподвижным (рис. 5).

Высота подъема иглы в последовательных циклах не изменяется, не меняется и проходное сечение под иглой. С учетом того, что давление в аккумуляторе постоянно, имеем стабильные запальные дозы топлива. Проблема управляемого процесса сгорания решена.

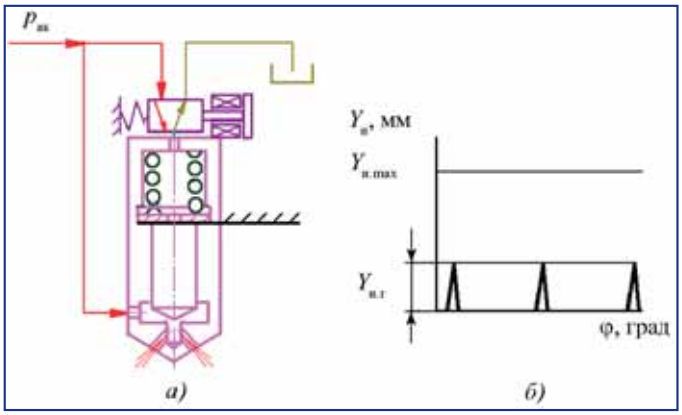


Рис. 5. *Схема, поясняющая эффект стабильности запальных доз:*
а – схема движения иглы до промежуточного упора; *б* – схема стабильной высоты подъема иглы форсунки

Стендовые испытания показали, что запальные дозы величиной 5,5...7,5 % от номинальной цикловой подачи обеспечиваются при любых регулировках форсунки, при наличии или отсутствии перед форсункой дополнительного аккумулятора. Однако в зависимости от соотношения регулируемых параметров форсунки и системы в целом процесс подачи запальных доз может иметь либо относительно высокую нестабильность, либо невысокое максимальное давление впрыскивания. Предварительный анализ процесса топливоподачи показал, что основное влияние на запальные дозы оказывают ход иглы до подвижного упора ($Y_{и.г}$), усилие пружины форсунки ($P_{пр.и}$) и давление в аккумуляторе ($p_{ак}$). С целью выявления оптимальных регулировок для топливной системы дизеля 10ДН20,7/2×25,4 был проведен многофакторный эксперимент типа 2^3 (3 фактора,

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

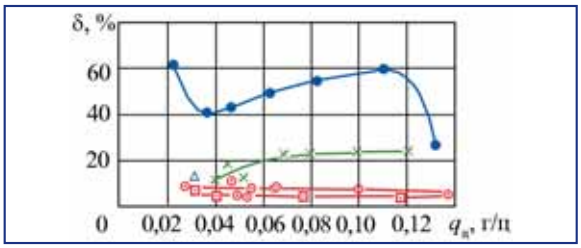


Рис. 6. *Зависимости нестабильности запальных доз от величины средней цикловой подачи:*
- $p_{ак}$ = 30 МПа; $Y_{и.г}$ = 0,03 мм; $P_{пр}$ = 203 Н;
- $p_{ак}$ = 30 МПа; $Y_{и.г}$ = 0,05 мм; $P_{пр}$ = 203 Н;
- $p_{ак}$ = 40 МПа; $Y_{и.г}$ = 0,03 мм; $P_{пр}$ = 482 Н;
- $p_{ак}$ = 30 МПа; $Y_{и.г}$ = 0,05 мм; $P_{пр}$ = 482 Н;
- $p_{ак}$ = 40 МПа; $Y_{и.г}$ = 0,05 мм; $P_{пр}$ = 482 Н;

каждый из которых имеет два уровня значений). На рис. 6 показаны зависимости нестабильности цикловых подач от величины средней цикловой подачи, полученные в ходе обработки результатов многофакторного эксперимента.

Из рис. 6 следует, что определяющее влияние на стабильность запальных доз оказывает усилие пружины форсунки: при $P_{пр.и}$ = 482 Н подвижный упор становится неподвижным и нестабильность запальных доз не превышает 7,5...10 %. Следует отметить, что для серийной ТС дизеля 10ДН20,7/2×25,4 при уменьшении цикловых подач до 0,10...0,09 г/ц наблюдается постепенный переход от регулярных впрыскиваний к нерегулярным, а затем – к пропускам подач и рабочих циклов [4].

Для запальных доз важна не только стабильность, но и максимальная величина давления впрыскивания, определяющая мелкость распыливания, качество смесеобразования и продолжительность периода задержки самовоспламенения. Многофакторный эксперимент показал, что для увеличения максимального давления впрыскивания необходимо: увеличивать величину хода иглы до подвижного упора ($Y_{и.г}$); уменьшать усилие пружины форсунки ($P_{пр.и}$); увеличивать давление в аккумуляторе ($p_{ак}$). С целью увеличения давления впрыскивания в области запальных доз было осуществлено крутое восхождение по поверхности отклика (движение по градиенту). Из результатов движения по градиенту следует, что для цикловых подач, составляющих 9,25 % от номинальной цикловой подачи дизеля 10ДН20,7/2×25,4, максимальное давление впрыскивания становится равным 11,8 МПа при $Y_{и.г}$ = 0,05 мм, $P_{пр.и}$ = 242 МПа, $p_{ак}$ = 47 МПа. Вместе с тем уменьшение усилия пружины форсунки приводит к увеличению нестабильности запальной дозы до величины 35,5 %. Дальнейшее движение в этом направлении нежелательно.

Стабильные цикловые подачи величиной 9,25 % от номинального значения при давлении впрыскивания 11,8 МПа являются основой для снижения расхода топлива как за счет лучшего протекания рабочего процесса и уменьшения суммарного числа подач топлива, так и перехода на газодизельный цикл.

При развитии данного направления был отработан процесс подачи запальных доз форсунками с комбинированным запиранием в составе ТСНД. Результаты исследования этого процесса будут приведены в следующей статье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Анисимов И.А.** Влияние низких температур воздуха на расход топлива и выбросы вредных веществ с отработавшими газами автомобилей, эксплуатирующихся на компримированном природном газе и бензине / И.А. Анисимов, Е.М. Чикишев // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. 2010. № 5 (53). С. 32–37.

2. **Грехов Л.В.** Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. М.: Автодата, 2005. 344 с.

3. **Фофанов Г.А.** Альтернативные виды топлива / Г.А. Фофанов, Д.Н. Григорович, А.С. Нестрахов. М.: Интекст, 2008. 144 с.

4. **Федотов Г.Б.** Топливные системы тепловозных дизелей. Ремонт, испытания, совершенствование / Г.Б. Федотов, Г.И. Левин. М.: Транспорт, 1983. 192 с.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:37

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА СУГ

А.А. Летуновский, технический директор ООО "АВК-Петербург"

Учет сжиженного углеводородного газа (СУГ) при приеме, хранении, отпуске и инвентаризации – одна из задач бизнеса, уровень решения которой определяет возможности компании в отношениях с контрагентами и материально-ответственными лицами, а также общие показатели работы объектов – газонаполнительных станций (ГНС) и автомобильных газовых заправочных станций (АГЗС). Эффективное решение задачи учета СУГ требует выполнения количественных измерений, сопровождающих технологические и товарные операции [1, 2].

Ключевые слова: учет сжиженного углеводородного газа (СУГ), автомобильные газозаправочные станции (АГЗС), средства измерения СУГ.

PROBLEMS AND DEVELOPMENT EXPERIENCE MEASUREMENT TECHNIQUES ORGANIZATION FOR COMMERCIAL ACCOUNT LPG

A.A. Letunovsky, technical director of "AVC-Petersburg"

Accounting for liquefied petroleum gas (LPG) for receiving, storing, dispensing and inventory – one of the objectives of the business, the level of the solution of which determines the ability of the company in relations with contractors and logistics decision-makers and the general performance of the facilities – gas filling stations (GFS) and automobile gas filling stations (gas stations). Effective solution of the LPG account requires quantitative measurements that accompany technological and product operations [1, 2].

Keywords: accounting liquefied petroleum gas (LPG), automobile gas-filling stations (gas stations); measuring LPG.

Внутрихозяйственный учет СУГ, не входящий в сферы государственного метрологического контроля и надзора, имеет ряд типовых решений, которые сводятся к установке на объекте соответствующего оборудования и программного обеспечения [3]. Однако результаты, полученные с помощью системы внутрихозяйственного учета, как правило, не имеют юридических последствий в отношениях компании с другими субъектами.

Этого существенного недостатка лишены так называемые системы коммерческого учета, в которых обеспечивается строгое соответствие величины, принимаемой к учету, требованиям законодательства и нормативных документов по обеспечению единства измерений. Системы коммерческого учета предназначены для определения массы СУГ при выполнении товарных операций (прием, хранение, отпуск, инвентаризация), но обладают и более широкими возможностями. Данные, формируемые с помощью систем коммерческого учета, можно использовать для товарного учета, для последующих взаимных расчетов между покупателем и продавцом, для отражения в бухгалтерском учете, при определении налогооблагаемой базы, для расчетов с материально ответственными лицами, в арбитраже.

Нормативные требования, которым должна отвечать система коммерческого учета СУГ, сводятся к следующим двум основным положениям:

1. Используемые средства измерения (СИ) должны состоять в Государственном реестре СИ и быть проверены в установленном порядке.

2. Определение массы СУГ, принимаемой к учету, должно осуществляться в соответствии с аттестованной в установленном порядке методикой выполнения измерений (МВИ).

Таким образом, система коммерческого учета СУГ на объекте должна строиться на основе МВИ.

Характеристика проблем организации учета СУГ

Особенности СУГ

Разработку адекватных СИ и МВИ осложняют следующие особенности СУГ:

- сильная нелинейная зависимость плотности как жидкой, так и паровой фазы СУГ от температуры и соотношения пропана и бутана (рис. 1, 2);

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:38

Color profile: Disabled
Composite Default screen

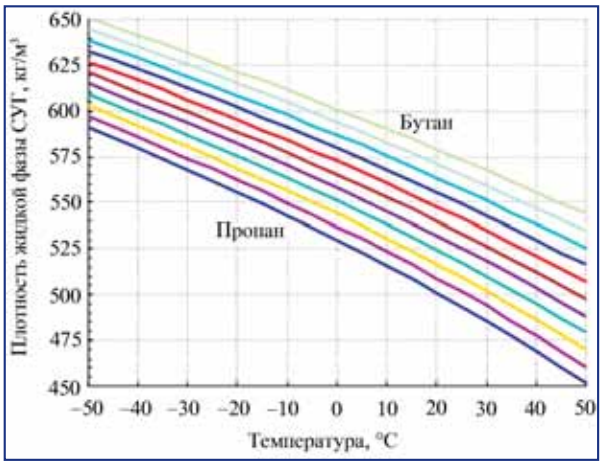


Рис. 1. *Зависимость плотности жидкой фазы СУГ от температуры и компонентного состава*

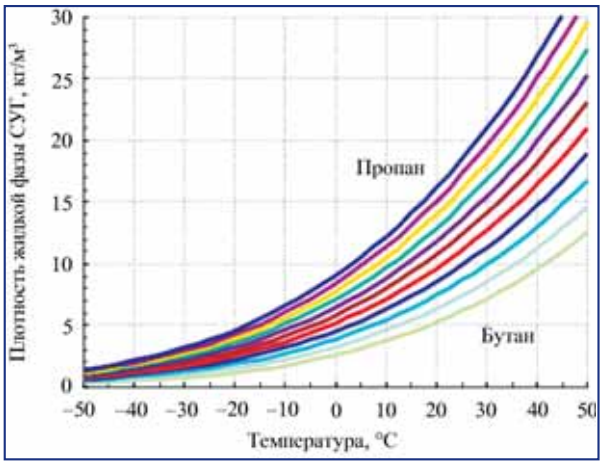


Рис. 2. *Зависимость плотности паровой фазы СУГ от температуры и компонентного состава*

- фазовые переходы при изменении температуры, давления или количества СУГ (испарение, кипение, конденсация);
- высокая плотность пара (требуется учет паровой фазы);
- широкий диапазон давления в рабочем диапазоне температур;
- склонность к образованию снеговых, ледяных и кристаллогидратных отложений.

Несогласованность единиц измерения

На практике не все товарные операции в цепочке реализации СУГ учитываются в единицах массы, а учет в единицах объема, как правило, не сопровождается соответствующим измерением плотности СУГ, меняющейся от операции к операции. Формирование товарного баланса, соответствующего действительности, при этом невозможно.

Проблемы оснащения объектов

На объектах, при проектировании которых задача коммерческого учета не нашла должного решения, требуется проводить дополнительную установку необходимого оборудования или замену типа используемого оборудования. При такой модернизации объектов часто возникают конструктивные ограничения, препятствующие получению необходимых данных и снижающие точность учета.

Проблемы при использовании средств измерения

При работе оборудования в среде СУГ в реальных условиях обнаруживаются проблемы следующего порядка:

- нескомпенсированная методическая погрешность, многократно превышающая паспортную величину погрешности СИ вследствие неучтенности существующих закономерностей и происходящих физических процессов, влияющих на измеряемые параметры [1, 4];
- нарушение работоспособности оборудования по причине отложения кристаллогидратов, снега и льда на внутренних частях СИ [5].

Неполнота нормативной базы

Типичной является ситуация, когда регламентирующие документы, существование которых предполагается действующими нормативными актами, отсутствуют или устарели. Нормативная база, разработанная для учета нефтепродуктов, в основном не применима к СУГ.

Перечисленные проблемы накладывают ограничения на применение СИ, осложняют разработку МВИ и решение задачи учета СУГ в целом.

Методы измерения массы СУГ

Эффективный коммерческий учет требует измерения массы СУГ при выполнении товарных операций. Измерительное оборудование, применяемое на объектах, реализует следующие основные методы измерения:

- прямой метод статических измерений (взвешивание);
- прямой метод динамических измерений (применение массомера в трубопроводе);
- косвенный метод статических измерений (определение массы по результатам измерений параметров СУГ в резервуарах);

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen

• косвенный метод динамических измерений (определение массы по измерениям объема и плотности в трубопроводе).

Для сравнения возможностей методов измерения массы СУГ в таблице приведены данные об относительных погрешностях по операциям, рассчитанные для типовых объектов одной из сбытовых компаний.

Метод и средства измерения являются важнейшими составными частями МВИ и во многом определяют ее возможности и содержание.

В настоящее время большинство СИ, применяемых на объектах и внесенных в Госреестр СИ, не имеет типовых МВИ, предназначенных для измерения массы СУГ. Исключением являются вагонные и автомобильные весы, на которые распространяется МИ 1953–2005 "ГСИ. Масса народно-хозяйственных грузов при бестарных перевозках", однако область их применения на ГНС и АГЗС ограничена приемом и отпуском цистерн.

При создании системы коммерческого учета, охватывающей все основные операции, обычно требуется использование нескольких типов СИ, а в ряде случаев и совместная обработка поступающих от них данных. При этом вероятность наличия готовых МВИ, подходящих к применению, весьма мала.

О роли МВИ в организации коммерческого учета

При организации коммерческого учета использование МВИ не только является прямым требованием Закона № 4871-1 от 27.04.1993 "Об обеспечении единства измерений", но и несет наибольшую функциональную нагрузку, регламентируя весь порядок решения измерительной задачи.

Создание полноценной системы коммерческого учета, как правило, требует разработки и аттестации одной или нескольких МВИ для конкретного объекта или группы однотипных объектов.

МВИ, как нормативно-технический документ, должна устанавливать:

• результирующую точность измерения массы СУГ при выполнении учетных операций по данной методике;

• метод измерения, требуемое оборудование, точность используемых СИ и условия измерений;

• последовательность и содержание операций на всех стадиях измерения (подготовка, синхронизация с фазами технологических операций, выполнение измерений, обработка результатов, контроль точности, регистрация и представление результатов измерений).

Кроме того, в целях повышения точности и достоверности результатов измерений МВИ может учитывать характерные особенности объекта, контролируемого технологического процесса, СИ и измеряемой среды и компенсировать методические погрешности, имеющие место в реальных условиях [4].

Специализированные МВИ для измерения массы СУГ на ГНС и АГЗС должны предоставлять решения проблем учета, связанных с особенностями физических свойств и процессов, с нормативной базой, с согласованием единиц измерения на разных стадиях учета, с оснащенностью объекта и несовершенством СИ. При этом само решение измерительной задачи проходит метрологическую экспертизу, подтверждающую адекватность МВИ и соответствие погрешности учета указанным пределам.

Как правило, система коммерческого учета массы СУГ предполагает автоматизированное проведение измерений и расчетов, выполняемых программным обеспечением (ПО), реализующим разработанные методики. При создании ПО методики являются основой технического задания.

Благодаря МВИ на объекте формируется единый рабочий цикл, включающий технологические

Таблица

Возможности методов измерения массы СУГ

Метод измерения массы СУГ	Относительная погрешность (%) для операции				
	Прием авто- и ж/д цистерн	Хранение, инвентаризация	Отпуск в авто- и ж/д цистерны	Заправка бытовых баллонов	Заправка автотранспорта
Прямой статический	±0,5	–	±0,5	±2	–
Прямой динамический	±1	–	±1	±1	–
Косвенный статический	±2	±1,5	±2	–	–
Косвенный динамический	±1,7	–	±1,7	±1,7	±1,7

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:51

Color profile: Disabled
Composite Default screen

операции, применение СИ, обработку данных и учетные операции. При этом определяется структура информационных потоков и общий алгоритм работы системы коммерческого учета во взаимодействии с технологическим оборудованием объекта, системой мониторинга и управления. Так, на основе МВИ формируется АСУ ТП объекта в целом.

Рис. 4. Объект разработки МВИ – газонаполнительная станция ООО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепродукт" с системой "СУ-5Д"

Примеры МВИ массы СУГ

В компании "АВК-Петербург" под руководством автора ведутся работы по разработке МВИ, построению систем коммерческого учета, комплектации и автоматизации объектов, техническому консалтингу в сфере СУГ.

Ниже представлены общие характеристики методик, обеспечивающих основные операции, выполняемые на ГНС.

МВИ в резервуарах с применением поплавковых чувствительных элементов

Методика использует косвенный метод статических измерений и предназначена для объектов, резервуары которых оснащены измерительными системами с поплавковыми чувствительными элементами (в частности, широко распространенными системами семейства "Струна", "ПМП" и др.).

Данная МВИ предназначена как для учета фактических остатков СУГ, так и для операций приема и отгрузки СУГ. Главная особенность – компенсация дополнительных методических погрешностей, вызванных зависимостью глубины погружения поплавка в СУГ от состава и параметров состояния (рис. 3). Кроме того, при измерении массы СУГ учитывается паровая фаза. Влияние температуры на СИ и объем резервуара учитывается аналогично МВИ для светлых нефтепродуктов.

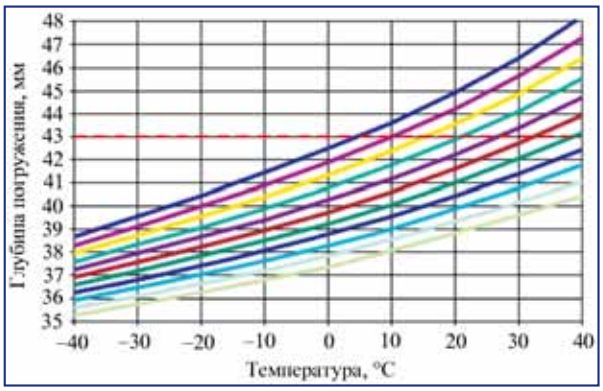


Рис. 3. Изменение погруженности поплавка в жидкую фазу СУГ в зависимости от температуры и компонентного состава

Предел погрешности измерения массы зависит от способа получения данных о плотности СУГ и при наличии плотномера составляет 1,5...2 %, в зависимости от особенностей объекта. Методика позволяет рассчитать фактическую погрешность измерения массы СУГ в конкретных условиях, что еще более повышает точность учета. Внедрение данной методики при использовании традиционного оборудования позволяет выйти на недостижимый ранее уровень точности учета СУГ в резервуарах.

МВИ в резервуарах с применением радиочастотных систем

Данная методика разработана для случая применения измерительных систем, использующих радиочастотный принцип измерения, например "СУ-5Д", и учитывает их характерные особенности. Метрологические возможности аналогичны предыдущей методике.

МВИ с применением автомобильных весов

Данная методика, использующая прямой метод статических измерений массы, разработана для детального регламентирования подготовки к взвешиванию, условий и порядка проведения измерений. Предел погрешности измерения массы по данной МВИ для весов среднего класса точности по ГОСТ 29329–92 составляет ± 0,4 %.

МВИ с применением массомера потока СУГ при отсутствии линии паровозврата

Методика реализует прямой метод динамических измерений массы и предназначена для учета СУГ, поступающего по трубопроводу, с применением массомера потока кориолисова типа или прибора с аналогичными метрологическими данными. Методика устанавливает порядок контроля условий выполнения измерений, при которых обеспечивается погрешность ± 0,5 %.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:01:59

Color profile: Disabled
Composite Default screen

МВИ в линии жидкой фазы при наличии линии паровозврата

Эта уникальная методика предназначена для точного учета СУГ при приеме и отгрузке авто- и железнодорожных цистерн СУГ без применения весов. Масса перекачиваемой жидкой фазы СУГ определяется прямым или косвенным динамическим методом, а масса пара, возвращаемого по обратной линии, – либо динамическим (прямым или косвенным), либо (при использовании на объекте уровнемера) косвенным статическим методом. Масса принятого или отгруженного СУГ определяется как разность полученных значений.

Данная методика может обеспечить предел погрешности измерения массы СУГ порядка ±(0,6...0,8) %.

Идея, положенная в основу данной методики, также нашла воплощение в новом измерительном оборудовании, разработанном при поддержке автора на ОАО "Промприбор".

МВИ при наполнении бытовых газовых баллонов

Данная методика, основанная на прямом статическом методе, обеспечивает заправку бытовых баллонов объемом от 5 до 50 л с точностью ± 2 % по массе на специализированных установках.

МВИ с применением цистерны автогазовоза в качестве меры вместимости

Эта методика представляет нестандартный подход к коммерческому учету. Она предназначена для использования в подразделениях компании, не имеющих измерительных систем на объектах, но эксплуатирующих собственные газовозы. Измерение массы СУГ по данной методике проводится на основе косвенного статического метода, но не в стационарном резервуаре, а на борту газовоза. Применение данной методики целесообразно, если количество объектов значительно больше количества газовозов, если СУГ из газовоза сливается по частям, а также если требуется контролировать количество СУГ, принятого к транспортировке.

Точность учета и возможности применения данной методики определяются оснащенностью газовоза и условиями выполнения измерений. В случае применения системы, описанной в [6], при сливе или заполнении всего полезного объема цистерны точность измерения массы по данной МВИ составит ± 2 %. При необходимости слива СУГ по частям предпочтительнее использовать системы, погрешность которых не выходит за допустимые пределы во всем диапазоне измеряемых уровней независимо от наклона цистерны.

Большинство из представленных методик разработано автором для типовых объектов нефтегазовой компании "ЛУКОЙЛ" (рис. 4) и имеет соответствующие ограничения использования. Для применения подобных методик на других объектах требуется их адаптация к особенностям этих объектов и последующая аттестация.

Заключение

Достигнутый уровень методических разработок, существующие технические возможности, накопленный практический опыт позволяют организовать на объектах и в сбытовых сетях коммерческий учет СУГ, порождающий юридические последствия, а по своим точностным показателям сравнимый с учетом светлых нефтепродуктов. Внедрение систем коммерческого учета, основанных на аттестованных методиках выполнения измерений, открывает перед предприятиями, работающими на рынке СУГ, новые перспективы в области совершенствования бизнес-процессов и учетной политики, влияния на персонал и контрагентов, снижения потерь СУГ и роста эффективности работы в целом. В настоящее время возможности, которые дают бизнесу аттестованные методики, уже начали успешно осваивать крупные игроки рынка СУГ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Летуновский А.А.** Технические возможности снижения потерь в автогазозаправочном бизнесе // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2005. № 2 и № 3.

2. **Летуновский А.А.** Система автоматизации отпуска сжиженного газа на АГЗС // Современные технологии автоматизации. 2002. № 2. С. 54–61.

3. **Летуновский А.А., Терешин В.И.** Система автоматизации АГЗС нового поколения// Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2005. № 6. С. 18–21.

4. **Терешин В.И., Совлуков А.С., Летуновский А.А.** О методических погрешностях учета СУГ в резервуарном парке // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2006. № 5. С. 24–26.

5. **Терешин В.И., Совлуков А.С., Летуновский А.А.** Особенности учета СУГ в резервуарном парке // Газ России. 2007. № 2. С. 66–71.

6. **Терешин В.И., Совлуков А.С., Летуновский А.А.** Система учета СУГ для оснащения газовозов // Транспорт на альтернативном топливе. 2008. № 4. С. 27–31.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗАТОР СЛЕДОВЫХ ПРИМЕСЕЙ

И.Ф. Михайлов, д-р физ-мат. наук НТУ "ХПИ" (Научно-технический университет; Харьковский политехнический институт);
Д.И. Галата, канд. мед. наук, Харьковский национальный медицинский университет;
А.И. Михайлов, аспирант НТУ "ХПИ"

Разработана схема рентгенофлуоресцентного анализатора с многослойным переизлучателем для изучения основных характеристик топлива: теплотворной способности и минералогического состава, а также для проведения качественного и количественного анализа следовых примесей в объектах экологии. Теплотворная способность топлива определяется по интенсивности комптоновского рассеяния, а содержание примесей по интенсивности линий рентгеновской флуоресценции.

Ключевые слова: анализ топлива при помощи комптоновского рассеяния рентгеновского излучения, рентгенофлуоресцентный анализ следовых примесей в объектах экологии, многослойный вторичный излучатель.

X-RAY FLUORESCENCE ANALYZER OF THE TRACE ELEMENTS

I.F. Mihailov, Doctor of Physics and Mathematics Science NTU "KPI" (Science and Technology University; Kharkov Polytechnic Institute);
D.I. Galata, k.m.n, Kharkiv National Medical University;
A.I. Mihailov, a graduate student of NTU "KPI"

A model of X-ray fluorencence analazer with a multilayer intermediate is developed for studying basic characteristics of fuel: calrifity and mineralogical makeup, as well as for performing guanlitative analysis of the trace ecology subjects/ The fuel calorifihy is defined by the intensity of Copton scattering, while the impurity level is defined by the intensity of X-ray fluorescence lines.

Keywords: Compton scattering x-rays analysis of fuel, X-ray fluorescence analysis of the trace elements in ecology subjects, multilayer fluorescence target.

1. О приборе

Новой разработкой АО "Укррентген" стал рентгеновский энергодисперсионный спектрометр, предназначенный для анализа "следовых" примесей химических элементов в легком наполнителе. Прибор не требует вакуумирования, подключения к воде и канализации, имеет размеры, сравнимые с размерами системного блока обычного компьютера. Неразрушающий характер измерений обеспечивают возможность анализа без искажения структуры объекта. При этом достигнута возможность анализа химических элементов, в диапазоне от магния до урана, при их содержании в образце от 1 нг, практически без пробоподготовки.

Такая высокая чувствительность достигается путем монохроматизации первичного рентгеновского спектра с помощью флуоресцентного переизлучателя (вторичного излучателя). Переизлучатель, установленный непосредственно после источника излучения, снижает фон рассеяния сплошного спектра пропорционально

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:07

Color profile: Disabled
Composite Default screen

отношению коэффициента рассеяния и коэффициента поглощения σ/μ материала, из которого он изготовлен (порядок величины – 10^{-3}), тем самым улучшая контрастность спектра флуоресценции.

Возможность получения спектров высокой контрастности открывает новые перспективы при исследовании объектов экологии, биологии, медицины, объектов переработки полезных ископаемых, анализа особочистых материалов и т.д. К сожалению, ширина диапазона химических элементов, эффективно возбуждаемых аналитической линией материала одного излучателя, весьма ограничена и не превышает восьми элементов. Для устранения этого существенного недостатка предусмотрена система, позволяющая менять переизлучатели, не прерывая текущие измерения. Стандартный набор состоит из двух типов переизлучателей:

- двухслойные – серебро/титан и молибден/титан;
- простые – германий и иттрий.

Спектрометр, предназначенный для анализа "следовых" примесей химических элементов в легком наполнителе может быть полезным средством измерения в различных областях. Вот некоторые применения.

2. Исследования топлива

Задача анализа: определение теплотворной способности и минералогического состава топлива.

Объекты исследования: анализ наличия микропримесей в топливе, в первую очередь серы, определение теплотворной способности.

Фрагмент спектра твердого топлива (уголь). Режим съемки рентгеновского спектра: трубка с Ag анодом U = 35 кВ 1 = 170 мка, вторичный излучатель Mo-Ti, экспозиция 120 с.

В приборе впервые реализован принцип определения теплотворной способности по комптоновскому рассеянию рентгеновских лучей. Согласно формуле Д.И. Менделеева теплотворная способность топлива определяется соотношением в нем трех основных компонентов: водорода, кислорода и углерода. Комптоновское рассеяние весьма чувствительно к соотношению этих компонентов и может служить для количественных измерений. Градуировка проводится бесконтактно по стандартным образцам углей. Неразрушаемый характер измерений позволяет использовать образцы сколь угодно долго. Теплотворная способность топлива вместе с полным составом минеральных примесей определяется путем компьютерной обработки экспериментального спектра.

Преимущества РФА анализатора:

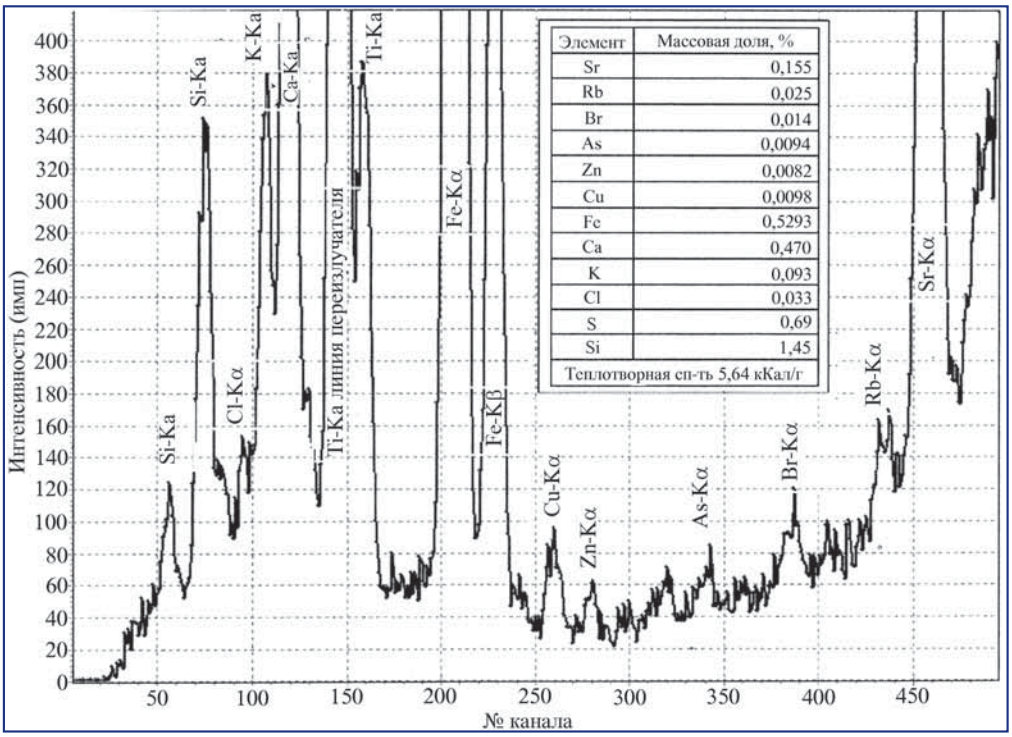
- малые количества пробоотбора;
- быстрая и простая пробоподготовка;
- высокая чувствительность (предел обнаружения $\leq 10^{-3}$ %);
- экспрессность.

3. Исследования в области экологии

Задача анализа: контроль содержания тяжелых металлов.

Объекты исследования:

- анализ питьевой воды и стоков;



Элемент	Массовая доля, %
Sr	0,155
Rb	0,025
Br	0,014
As	0,0094
Zn	0,0082
Cu	0,0098
Fe	0,5293
Ca	0,470
K	0,093
Cl	0,033
S	0,69
Si	1,45
Теплотворная сп-ть 5,64 кКал/г	

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:11

Color profile: Disabled
Composite Default screen

- анализ почв;
- анализ промышленных выбросов.

Специфика задач экологии состоит в необходимости измерения примесей в нанограммном диапазоне масс. Для этой цели нужны не только суперчувствительные методы анализа, но и стандартные образцы ("гири") весом вплоть до единиц нанограмм. Аттестовать такие стандартные образцы независимыми методами крайне сложно.

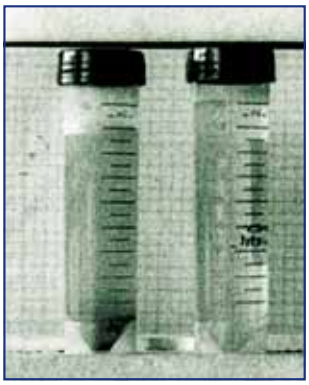
Нами предложена система нанограммных разновесов в виде нанослоев материалов на сверхгладких подложках (шероховатость не более 2 А). Нанослои получены магнетронным распылением по методике нанесения многослойных рентгеновских зеркал и аттестованы по картинам осцилляции рентгеновского коэффициента отражения вблизи критического угла полного внешнего отражения.

Высокое качество спектров рентгеновской флуоресценции, полученное на анализаторе, позволяет количественно измерять сигналы от примесей массой ≈1 нг.

Фрагмент экспериментального спектра препарата, полученного из 1 мл водного раствора. Масса примесей m = 3,3 нг. Переизлучатель Ge. Экспозиция 1000 с.

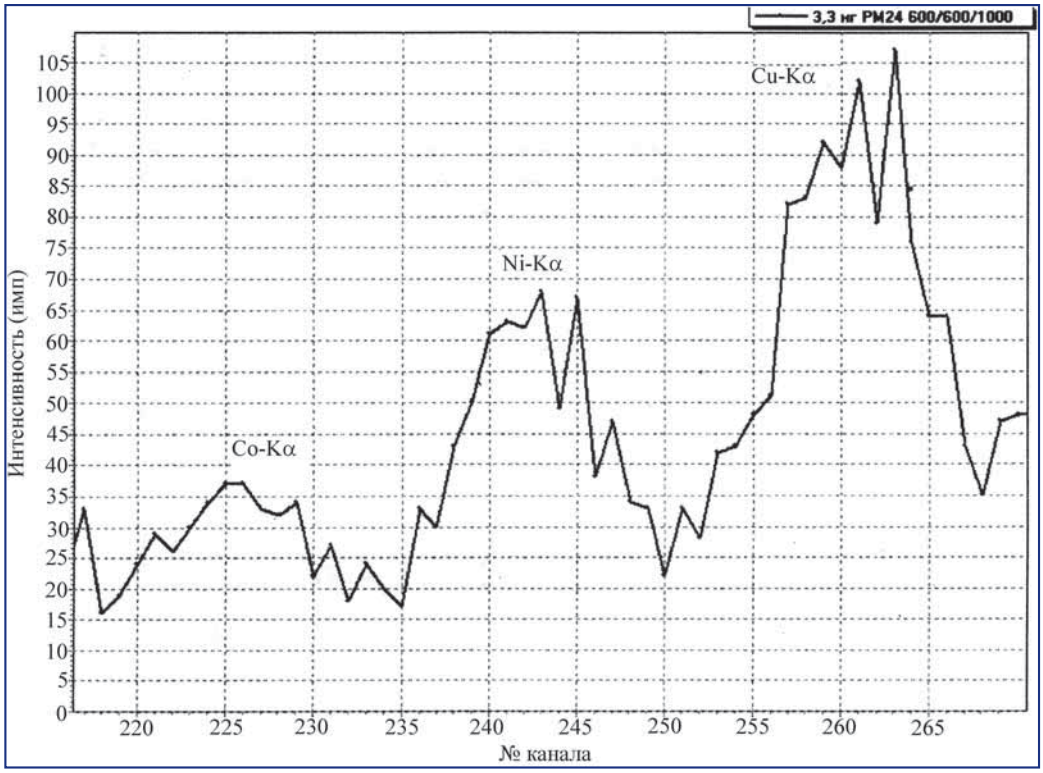
Преимущества РФА анализатора:

- простая пробоподготовка;
- предусмотрена возможность проведения анализа без пробоподготовки;
- время измерения 30 химических элементов не превышает 10 мин. (Стандартная экспозиция 5 мин);
- пределы обнаружения (от 1 нг с пробоподготовкой) приближены к атомно-абсорбционным методам.



4. Заключение

Разработка рентгеновского энергодисперсионного спектрометра, способного анализировать нанопримеси химических элементов в легком наполнителе, открыла новые перспективы применения рентгенофлуоресцентного анализа в тех областях, где ранее его применение было ограничено ввиду недостаточной чувствительности метода. Например, в медицине для исследования микроэлементов в организме человека в целях ранней диагностики заболеваний и выяснения предрасположенности человека к этим заболеваниям; при анализе фармацевтических мате-



agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen

риалов для контроля чистоты фармацевтических материалов, анализ примесей, особенно мышьяка и т.д.

Наряду с этим РФА обладает рядом неоспоримых преимуществ перед другими известными методами, имеющими чувствительность в нанограммном диапазоне. Вот некоторые из них:

- экспрессность анализа;
- неразрушающий контроль;
- простая пробоподготовка или ее отсутствие;
- компактность аппаратуры;
- сравнительно низкая цена оборудования.

Неоспоримые преимущества метода в сочетании с высокой чувствительностью разработанной схемы дают возможность пересмотреть подходы к измерениям во многих областях народного хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Михайлов И.Ф.** Пределы обнаружения примесей в легком наполнителе в рентгенофлуоресцентной схеме с вторичным излучателем / А.А. Батурин, А.И. Михайлов, Л.П. Фомина // Приборы и техника эксперимента. 2012. № 3/2.

2. **Ellis A.T.** Handbook of x-Ray Spectrometry. Ch. 3: Energy-Dispersive x-Ray Fluorescence Analysis Using x-Ray Tube Excitation, 2001.

3. **Mikhailov I.F.** Conntrast Ennancement of x-Ray Fluorescence Spectra Using a Secondary Two-Layer Radiator / I.F. Mikhailov, A.A. Baturin, A.I. Mikhailov, S.S. Borisova // Functional Materials. 2011. Vol. 8, No. 2.

СПИСОК АВТОРОВ РАЗДЕЛА "НАУКА"

Кириллов Николай Геннадьевич, д-р техн. наук, профессор, Заслуженный изобретатель РФ, академик Академии Военных наук. Военный инженерно-технический институт
Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22.
Тел. (812) 272-95-15 факс (812) 272-95-15;
kirillov_ng@mail.ru.

Лазарев Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, начальник института, академик Международной Академии изобретательства. Военный инженерно-технический институт
Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22.
Тел. (812) 272-95-15 факс (812) 272-95-15;
Lazarevalnik@yandex.ru

Герасимов В., директор инжинирингового центра ОАО "Криогенмаш",

Передельский Вячеслав Алексеевич, гл. специалист ОАО "Криогенмаш", 8(495) 505-93-33

Дарбинян Роберт Врамшанович, главный специалист ОАО "Криогенмаш", канд. техн. наук

Федорова Елена Борисовна, доцент, канд. техн. наук. (раб. тел. 8-499-135-72-60, 8-985-155-00-18)

Хайдина Мария Павловна, доцент, канд. техн. наук. (раб. тел. 8-499-135-79-36 , моб. 8-916-541-78-21)

Мамаева Тамара Абсаровна, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Крохотин Юрий Михайлович, Воронежская государственная лесотехническая академия (ВГЛТА). Кафедра "Автомобили и сервис", канд. техн. наук, доцент, Krokhotin@yandex.ru

Летуновский Александр Александрович, технический директор ООО "АВК-Петербург"
Тел. (812) 702–77-96, (921) 741–55-70;
e-mail: td@avk-peterburg.ru, aalet@mail.ru

Михайлов Игорь Федорович, д-р физ-мат. наук НТУ "ХПИ" (Научно-технический университет; Харьковский политехнический институт);

Галата Дарья Игоревна, канд. мед. наук, Харьковский национальный медицинский университет;

Михайлов Антон Игоревич, аспирант НТУ "ХПИ".

Nikolai Genadevich Kirillov, Doctor of technical sciences, Deserved inventor of the Russian Federation, Academician of AMS, Military Engineering-technical Institute,
22, Zacharevskaya str., 191123, St. Petersburg, Russia,
tel./fax:+7 (812) 272-95-15;
e-mail: kirillov_ng@mail.ru

Alexander Nikolaevich Lazarev, Candidate in DSc, Senior lecturer, Rector, Academician of IAI, Military Engineering-technical Institute,
22, Zacharevskaya str., 191123, St. Petersburg, Russia,
tel./fax:+7 (812) 272-95-15;
e-mail:Lazarevalnik@yandex.ru.

V. Gerasimov, Director of the Engineering Center of JSC "Cryogenmash",

B. Peredelsky, Chief Specialist, JSC "Cryogenmash",

R. Darbinian, Chief Specialist , JSC "Cryogenmash", PhD.

E.B. Fedorova, senior lecturer, candidate of sciences (w.ph. 8-499-135-72-60 cell ph. 8-985-155-00-18)

M.P. Khaydina, senior lecturer, candidate of sciences (w.ph. 8-499-135-79-36 cell ph. 8-916-541-78-21)

T.A. Mamaeva, Gubkin State University of Oil and Gas

Yu.M. Krokhotin, Voronezh State Forestry Technical Academy (VGLTA). Chair: "Vehicles and Service", Ph.D., Associate professor

A.A. Letunovsky, technical director of "AVC-Petersburg"
Тел. (812) 702–77-96, (921) 741–55-70; e-mail: td@avk-peterburg.ru, aalet@mail.ru

I.F.Mihaylov, Doctor of Physics and Mathematics Science NTU "KPI" (Science and Technology University; Kharkov Polytechnic Institute);

D.I. Galata, k.m.n, Kharkiv National Medical University;

A.I.Mihaylov, a graduate student of NTU "KPI"

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:18

Color profile: Disabled
Composite Default screen

СОВЕЩАНИЕ В МИНТРАНСЕ РТ: ЗЕЛЕНЫЙ СВЕТ АВТОТРАНСПОРТУ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ

Ожегов Дмитрий, специалист по маркетингу направления ГБО ООО "РариТЭК"

В Министерстве транспорта и дорожного хозяйства РТ состоялось совещание, на котором была рассмотрена целесообразность применения природного газа – метана в качестве топлива. В работе совещания приняли участие представители республиканских министерств экологии и энергетики, налоговых служб, Агентства инвестиционного развития РТ, ООО "Газпромтрансгаз-Казань", ООО "РариТЭК", руководители автотранспортных предприятий.

Открывая совещание, министр транспорта и дорожного хозяйства РТ Ленар Сафин отметил, что на сегодня в республике имеются все предпосылки для перехода на метановый транспорт. В основном завершена стадия организационно-правовой подготовки вопросов, связанных с расширением использования компримированного и сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. На следующем этапе необходимо приступить к реализации следующих задач: обновить парк автотранспортных средств, работающих на газовом топливе, создать сеть специализированных предприятий по ремонту и техническому контролю состояния газовых автомашин и газового оборудования. Причем, отметил министр, для тех предприятий, которые перейдут на использование газового топлива, будут предоставлены налоговые преференцию. Это подтвердил и участвовавший в работе совещания руководитель Управления ФНС России по Республике Татарстан Марат Сафиуллин, добавив, что в республике готовятся соответствующие нормативные акты.

Началом решения поставленных задач и стала состоявшаяся на совещании презентация компанией ООО "РариТЭК" газомоторной автотехники КАМАЗ, а также компонентов сервиса. Среди основных факторов целесообразности перехода на большегрузный и пассажирский автотранспорт на газомоторном топливе являются экологичность, безопасность и экономичность. Так, благодаря транспортным средствам, эксплуатирующимся на КПГ, в 2–5 раз снижаются выбросы вредных веществ.

Что касается безопасности, то метан – не токсичный и не канцерогенный природный газ, почти в два раза легче воздуха, при разгерметизации оборудования сразу улетучивается. Поэтому на открытом воздухе и в хорошо проветриваемых помещениях даже при утечке большого количества газа нет никакой опасности взрыва. По классификации горючих веществ по степени чувствительности метан входит в самый безопасный четвертый класс. Для справки, пропан–бутан входит в более опасный, второй класс. Самым стабильным компонентом транспортного средства является топливный бак, который ориентирован на рабочее давление 200 бар. Газовые баллоны имеют тройной запас прочности. Водолазы используют такое же давление в дыхательных аппаратах.

По экономичности природный газ – самое дешевое топливо из всех имеющихся на рынке. Окупаемость на примере газомоторного городского автобуса на 12 мес. быстрее дизельного аналога. Использование газа для городского большегрузного и пассажирского транспорта позволяет экономить на разнице в стоимости топлива в год от 450 тыс. до 530 тыс. руб., в зависимости от типа и мощности двигателя. Как показывает опыт автобусных пассажирских перевозок в Краснодаре, дополнительная прибыль по топливу 1 автобуса за 10 лет составляет 4,8 млн руб., а по самосвалу – более 6 млн руб.

Корпоративный клиент "УГМК-Холдинг"

В рамках технической конференции между ОАО "КАМАЗ" и ООО "УГМК-Холдинг" состоялось посещение производственных мощностей ООО "РариТЭК". В состав делегации входили руководители автотранспортных отделов и цехов ОСП "Автотранс" ОАО "УК "Кузбассразрезуголь", ОАО "Святогор", ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод", ОАО "Гайский ГОК".

Гостей из "Уральской горно-металлургической компании" интересовали возможности и достижения в производстве, техническом обслуживании, эксплуатации автомобилей, работающих на природном газе – метане. А также модельный ряд автомобилей КАМАЗ и автобусов НЕФАЗ с газовыми двигателями.

Гостей очень заинтересовала возможность организации сервисного обслуживания собственного автопарка с помощью мобильного сервисного центра. Это дает возможность проведения работ непосредственно в местах добычи руды и сырья открытым способом, исключая долгий простой техники и холостой пробег до стационарных СТО, при минимальных капитальных вложениях.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:32

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ГАЗОЗАПРАВОЧНАЯ ТЕХНИКА ОАО "ПЕНЗКОМПРЕССОРМАШ"

В.В. Яшин, канд. техн. наук, исполнительный директор ООО Объединения "Компрессор",
И.Р. Ганиев, ведущий инженер-конструктор ООО Объединения "Компрессор",
А.В. Козин, генеральный директор ОАО "Пензкомпрессормаш"

Рост цен на жидкое моторное топливо вызвал повышенный интерес к альтернативным его видам, в частности и к компримированному природному газу (КПГ). Однако недостаточное развитие сети АГНКС значительно сдерживает перевод транспорта на этот вид топлива. Учитывая, что использование КПГ имеет целый ряд преимуществ, в частности, приводит к улучшению экологии, долгосрочно обеспечивает транспорт и сельскохозяйственную технику топливом, а также снижает затраты предприятий на его приобретение понятно, что расширение сети АГНКС является важной народно-хозяйственной задачей.

Именно для решения этой задачи Объединение "Компрессор" совместно с ОАО "Пензкомпрессормаш" создали, совершенствуют и постоянно расширяют номенклатуру выпускаемых заправочных модулей (табл. 1). Разработанный еще в 2000 г. первый заправочный модуль МКЗ-50 был установлен на КС "Арская" Шеморданского ЛПУ МГ ООО "Таттрансгаз", где успешно работает и по настоящее время.

Процесс заправки транспорта модулем МКЗ-50 осуществляется оператором вручную, а автоматика работает только для его защиты и безопасной эксплуатации.

Таблица 1

Экономические и эксплуатационные показатели заправочного модуля МКЗ-50

	Наименование	Единица измерения	Годы					Итого
			2002	2003	2004	2005	2006	
	Наработка	ч						
	Реализовано КПГ	тыс. $м^3$						
	Производительность компрессора	$м^3$/ч						
	Давление всасывания	МПа						
	Давление нагнетания	МПа						
	Работа с аккумулятором газа	–						
	Количество заправок	тыс.						
	Расход масла	кг/год						
	Удельный расход масла	кг/1000 $м^3$						
		кг/ч						
0	Расход электроэнергии (с учетом затрат на привод электродвигателя, освещение площадки, отопление операторной и др. нужды)	кВт·ч	2989	2960	7660	6380	8400	68 389
1	Удельный расход электроэнергии	кВт·ч/1000 $м^3$	88,4	51,6	38,2	33,8	53,5	48,5
		кВт·ч/ч						

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:32

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 1. *Рабочее место оператора АГНКС*

Рис. 2. *Подготовка модуля МКЗСА-100/30-250-2 У1 для проведения испытаний на заводе-изготовителе*

Совершенствуя далее заправочную технику, создан полностью автоматизированный модуль МКЗСА-50 У1, с включением в его комплектность и модуль оператора. Весь процесс заправки модулем МКЗСА-50 У1 осуществляется автоматически, а оператор только контролирует процесс, который отображается на экране монитора (рис. 1).

Один из модулей МКЗСА-100/30-200 У1, установленный в "Томсктрансгазе" показан на рис. 2.

Модули типа МКЗ первоначально были созданы для предприятий "Газпрома", т.е. объектов, где имеется потенциал давления природного газа в пределах 3,0...7,5 МПа. Для применения модулей на общегражданских заправках необходимо было выполнить их модернизацию, в частности, внедрить коммерческий учет отпускаемого газа, создать новый ряд модулей в целях повышения их производительности и расширить диапазон давления на входе, т.е. обеспечить возможность подключения модуля не только к магистральному трубопроводу, но и к городским газовым сетям с потенциалом давления 0,3...1,2 МПа.

В настоящее время разработана конструкторская документация и подготовлено серийное производство широкого ряда модулей, краткая техническая характеристика которых приведена в табл. 2.

Конструктивно МКЗ выполнены из двух модулей, один из которых является рабочим, а второй предназначен для оператора.

Рабочий модуль включает в себя компрессорную установку, системы очистки и осушки газа,

Таблица 2

Модули компрессорные заправочные

Без аккумулятора газа	МКЗСА-50 У1, МКЗСА-50-2 У1	МКЗСА-100/30-200 У1, МКЗСА-100/30-250-2 У1	МКЗСА-100/3-200 У1, МКЗСА-100/3-250-2 У1	МКЗСА-150/12-200 У1, МКЗСА-150/12-250-2 У1
Газ, подаваемый на заправку	Природный газ по ГОСТ 27577			
Давление на входе, кгс/см^2	от 30 до 75		от 2 до 7	от 6 до 12
Подача при нормальных условиях, нм^3/ч	от 90 до 225	от 180 до 450	от 120 до 420	от 270 до 580
Давление заправки, кгс/см^2	200, 250			

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Продолжение табл. 2

Без аккумулятора газа	МКЗСА-50 У1, МКЗСА-50-2 У1	МКЗСА-100/30-200 У1, МКЗСА-100/30-250-2 У1	МКЗСА-100/3-200 У1, МКЗСА-100/3-250-2 У1	МКЗСА-150/12-200 У1, МКЗСА-150/12-250-2 У1
Температура газа на выходе, °С, не более	60			
Мощность приводного электро-двигателя, кВт	22	37	55 и 37	
Питание	3PEN 50 Гц 230/380 В			
Время прямой заправки одного транспортного средства (ТС) до 200 кгс/см^2 с номинальным объемом 60 нм^3 газа, мин, не более (количество заправок в сутки):				
при $P_{вх}$ = 75 кгс/см^2, t = 20 °С	16 (75)	8 (150)	–	–
при $P_{вх}$ = 30 кгс/см^2, t = 20 °С	40 (30)	20 (60)	–	–
при $P_{вх}$ = 12 кгс/см^2, t = 20 °С	–	–	–	6 (190)
при $P_{вх}$ = 7 кгс/см^2, t = 20 °С	–	–	9 (130)	12 (100)
при $P_{вх}$ = 6 кгс/см^2, t = 20 °С	–	–	10 (120)	13 (90)
при $P_{вх}$ = 3 кгс/см^2, t = 20 °С	–	–	20 (60)	–
при $P_{вх}$ = 2 кгс/см^2, t = 20 °С	–	–	30 (40)	–
Габаритные размеры, м, не более:				
МКЗ	2,35×2,0×2,4	2,5×2,0×2,4	4,0×2,0×2,4	

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Окончание табл. 2

Без аккумулятора газа	МКЗСА-50 У1, МКЗСА-50-2 У1	МКЗСА-100/30-200 У1, МКЗСА-100/30-250-2 У1	МКЗСА-100/3-200 У1, МКЗСА-100/3-250-2 У1	МКЗСА-150/12-200 У1, МКЗСА-150/12-250-2 У1
модуль оператора	3,9×2,75×2,95			
пост заправочный	в габарите МКЗ	600×350×1700		
аккумулятор	–	(2,5×1,5×2,5) и (3×2×2,5)	2,5×1,5×2,5	(2,5×1,5×2,5) и (3×2×2,5)
Масса, кг, не более:				
МКЗ	3000	4000	6000	
модуль оператора	1500			
пост заправочный	в объеме МКЗ	150		
аккумулятор	–	2000 и 3000	2000	2000 и 3000
Количество одновременно заправляемых ТС:				
без аккумулятора	1			
при наличии аккумулятора газа	–	2 и 4	2	2 и 4
Объем аккумулятора газа, м^3	–	1,7 и 3	1,7	1,7 и 3
С аккумулятором газа	–	МКЗСА-100/30-200-2АК У1, МКЗСА-100/30-200-4АК У1	МКЗСА-100/3-200-2АК У1	МКЗСА-150/12-200-2АК У1, МКЗСА-150/12-200-4АК У1

трубопроводы, комплект датчиков, приборов, арматуры и является изделием полной заводской готовности. К модулю могут быть подсоединены один или два заправочных поста, один из которых предназначен для заправки транспорта давлением 20,0 МПа, а второй для заправки передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) давлением 25,0 МПа (рис. 3).

Модуль оператора представляет собой мобильное утепленное помещение, в котором расположены силовой щит, системы автоматики и коммерческого учета газа и др. и является также изделием полной заводской готовности. Как рабочий модуль, так и модуль оператора не требуют специального фундамента.

Модули для работы от городских сетей с давлением 0,3...1,2 МПа комплектуются двухкаскадной компрессорной установкой, в которой компрессор первого каскада сжимает газ до 4,0...7,0 МПа, а компрессор второго каскада дожимает его до 20,0... 25,0 МПа (рис. 4).

Компрессоры всех типов модулей и газоохладители принудительно охлаждаются воздухом. Дополнительно по требованию заказчика модули могут комплектоваться аккумулятором газа. В этом

Рис. 3. Пост заправочный

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:02:52

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 4. Модуль компрессорный заправочный двухкаскадный на площадке РЭП г. Цхинвал

случае возможна одновременная заправка до 4-х транспортных средств.

Как показал опыт эксплуатации модулей, применяемая в них прямая заправка транспорта (без аккумулятора), особенно при потенциале давления в трубе или после первого каскада, равного 5,0 МПа и выше, является наиболее экономичной, так как не имеет дополнительных потерь энергии при сжатии газа до давления, равного давлению в аккумуляторе и дросселировании его при заправке транспорта.

Все рабочие модули неотапливаемые и не имеют принудительной вентиляции, так как закрыты просечными панелями, которые позволяют не иметь этих систем.

Для эксплуатации модуля в холодном климате он дополнительно комплектуется тепловой пушкой, подогретый воздух из которой по теплоизолированному воздуховоду подается под картер компрессора.

Цены на выпускаемые нами модули договорные и в зависимости от требований заказчика по их комплектности и производительности и находятся в пределах от 6,0 до 14,0 млн руб.

Учитывая, что автотранспортная техника, оснащенная газобаллонным оборудованием (ГБО), требует периодических осмотров и ремонтов, в соответствии с регламентом по их обслуживанию и ремонту необходимо всю систему освободить от метана и продуть инертным газом, был разработан и поставлен заказчику модуль МКЗПА-50 У1 (ПВиАГ) "Пункт выпуска и аккумулирования газа" (рис. 5). Основное назначение данного изделия – это освобождение газобаллонной системы транспорта от метана, его складирование в аккумуляторе и продувка системы азотом (рис. 6), а после ремонта транспорта его заправка.

В основе ПВиАГ находится разработанный и хорошо зарекомендовавший себя на протяжении многих лет эксплуатации компрессор (рис. 7). Трубная обвязка и арматура заимствованы у МКЗСА. Хранение газа осуществляется в блоке аккумулирования газа, состоящего из 2 секций. Первая секция, состоящая из 8 баллонов объемом 99 л. каждый, задействуется при выпуске газа из автомобиля. После опорожнения газовой системы газ из первой секции перекачивается во вторую, состоящую из 4 баллонов, и сжимается до давления 25,0 МПа. Существует возможность перекачивать газ из автомобиля сразу во 2 секцию, что

Рис. 5. Модуль МКЗПА-50 У1 (Пункт выпуска и аккумулирования газа ПВиАГ). Подготовка к испытаниям на заводе-изготовителе

Рис. 6. Выпуск газа и дегазация транспорта перед ремонтом газобаллонной аппаратуры. Краснотурьинская автоколонна Югорского УТТиСТ

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:03:15

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 7. Компрессор 2ГУ2,0-0,05/20/200-250 на испытательном стенде завода-изготовителя

уменьшает время опорожнения и экономит электроэнергию.

В настоящее время МКЗПА-50 У1 эксплуатируется на территории Краснотурьинской автоколонны Югорского УТТиСТ Свердловской области.

В процессе работы с Заказчиком, как правило, учитываются все его требования и создается модификация изделия, предназначенного работать в конкретных условиях, требуемых Заказчиком.

Так по договору с ОАО "Газпром" разработаны, изготовлены и поставлены на газопровод Северного потока шесть заправочных модулей МКЗСА-50ВП-2 У1 (рис. 8), которые установлены на территории Ленинградской и Вологодской областей. Эти модули в настоящее время монтируются на объектах и в ближайшее время там будут проводиться пусконаладочные работы с привлечением наших специалистов завода.

Особенностью поставленных на эти объекты модулей является то, что они, учитывая высокое давление в трубе (8,0...10,0 МПа), укомплектованы одноступенчатым компрессором 2ГУ2.

Одним из интересных направлений работы является модернизация ранее поставленных модулей. В частности, в настоящее время по договору с ООО "Волготрансгаз" выполнены проектные работы для модернизации 4 ранее поставленных модулей МКЗСА 50-2-У1, а для 2 из них уже изготовлены и поставлены узлы, необходимые для модернизации.

Модернизация модулей заключалась в дооборудовании их аккумулятором газа УГБ-01-2400-24,5-2 СНМ, состоящего из 24 баллонов по 99 л каждый с вертикальным расположением и разделенных на два блока: БАГ1 (16 баллонов) и БАГ2 (8 баллонов); блоком арматуры, в конструкцию которого входят в том числе и три азотных баллона 40 150У ГОСТ 949–73, а также в переработке системы автоматизации, позволяющей работать модулю по новому алгоритму.

В модернизированном модуле предусмотрено два режима работы:

режим 1 – заправка ТС из аккумулятора с возможностью, при необходимости, дозаправки ТС непосредственно компрессором;

режим 2 – перекачка газа из ТС в аккумулятор и продувка системы азотом.

Второй режим предназначен для подготовки ТС к профилактическим или ремонтным работам.

Все операции по заправке транспорта, его освобождению от метана и продувки азотом выполняются в автоматическом режиме.

В ближайшее время модернизированные модули будут приняты в эксплуатацию.

В перспективе предполагается начать работы по созданию газозаправочных станций для сжиженного природного газа (СПГ).

В заключение следует отметить, что для продвижения на рынке моторных топлив как КПГ, так и СПГ необходимо развивать и наращивать сеть метановых заправочных станций, станций по переоборудованию ТС и их ремонту и более интенсивно пропагандировать пользу и выгоду использования метана в качестве моторного топлива по всем возможным направлениям (газеты, журналы, телевидение и т.д.), а также среди владельцев и директоров крупных АТП и т.п.

Рис. 8. Монтаж модуля МКЗСА-50ВП-2 У1 на КС "Волховской" Ленинградская область

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:03:31

Color profile: Disabled
Composite Default screen

БЛОЧНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ ЗАПРАВЩИК (БАГЗ)

М.Ю. Куцак, директор, **И.Г. Манилкин,** технический директор ООО "Криогенные газовые технологии"

На протяжении десятилетий в промышленных странах продолжаются работы по поиску путей замены нефтяного вида моторного топлива на альтернативный. На сегодняшний день лидирующую позицию среди альтернативного топлива занимает природный газ. До последнего времени основной акцент в переводе автотранспорта на природный газ делался на использование компримированного (сжатого) газа (КПГ). Внедрение в качестве моторного топлива КПГ можно рассматривать как позитивный, но лишь промежуточный шаг. Следующим шагом будет перевод транспорта на сжиженный природный газ (СПГ), который получают путем охлаждения газа – метана до –160 °С, в результате чего его объем уменьшается почти в 600 раз, а давление не изменяется, что облегчает его хранение и транспортировку.

Повышение интереса к СПГ связан с тем, что КПГ в качестве моторного топлива имеет ряд существенных недостатков, среди которых увеличение массы топливной системы из-за необходимости применения баллонов высокого давления, небольшой пробег на одной заправке, необходимость периодического освидетельствования баллонов высокого давления, необходимости большого количества места для размещения баллонов и т.д.

При этом СПГ имеет ряд преимуществ перед КПГ:

значительное уменьшение объема топливного бака вследствие его большей плотности (0,14 кг/л и 0,42 кг/л соответственно), что позволяет пропорционально увеличить запас хода автомобиля при том же объеме топливного бака, т.е. в три раза;

значительно меньший вес и габариты емкости для хранения СПГ (в приведенных величинах для хранения того же объема газа вес емкости меньше до 6 раз), что соответственно повышает коммерческую грузоподъемность и экономичность;

повышается безопасность хранения, в том числе уменьшается вероятность утечек, связанная с уменьшением давления с 20 МПа (200 кгс/см^2) до 0,3...0,5 МПа (3...5 кгс/см^2);

упрощается процесс редуцирования газа, используется запорная и предохранительная температура на сравнительно низкое давление.

В настоящее время сдерживающим фактором при распространении такого экономичного и более экологически чистого топлива, как сжиженный природный газ, является отсутствие в нашей стране заправочных станций СПГ. Но прогресс не стоит на месте и в настоящее время компанией ООО "Криогенные газовые технологии" разработа-

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:03:42

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ны блочные автомобильные газовые заправщики (БАГЗ), которые отвечают самым современным требованиям безопасности и надежности при эксплуатации, экономичны, просты в обслуживании, компактны и мобильны. Кроме того, БАГЗ является универсальным заправщиком, он может производить отпуск продукции как в виде КПГ, так и в виде СПГ, используя при этом в качестве исходного продукта сжиженный природный газ.

Все оборудование, а это горизонтальный криогенный резервуар, номинальным объемом 10...16 м^3 с СПГ, электронасосная установка (криогенный насос высокого давления), атмосферный испаритель высокого давления, блок аккумуляторов КПГ, размещаются блочно в контейнерной обвязке, которые перевозятся и доставляются на место потребления газа на стандартном полуприцепе грузового автомобиля, что значительно снижает затраты на доставку, установку и монтаж оборудования. При прибытии к месту назначения блок–контейнеры устанавливаются на специализированной площадке и подключаются к электросети. Технологически принцип работы БАГЗ выглядит следующим образом: сжиженный природный газ из резервуара хранения либо подается на заправочную колонку СПГ, либо при помощи криогенного электронасоса поступает в атмосферный испаритель высокого давления, где за счет подвода тепла от атмосферного воздуха происходит регазификация СПГ, то есть перевод газа из сжиженного состояния в газообразное при высоком давлении. Заправка автотранспорта осуществляется через заправочные посты: КПГ через стандартную газозаправочную колонку, СПГ – через колонку СПГ.

БАГЗ является решением проблемы территориальной удаленности и не всегда удобного расположения стационарных газовых станций, так как его можно установить и эксплуатировать практически в любом месте, в том числе на существующих бензозаправках, тем самым расширив их функциональность. Доставка СПГ для заполнения емкости БАГЗ осуществляется специализированными грузовыми автомобилями с установленными на них криогенными емкостями, которые могут перевозиться на тысячи километров. Но в ближайшее время это и не потребуется, так как в нашей стране активно развивается сеть небольших комплексов (мини-заводов) по сжижению природного газа.

Проектирование, комплектование и поставку установок типа БАГЗ ООО "Криогенные газовые технологии" осуществляет согласно современным российским и международным стандартам с учетом требований действующих нормативных документов Госстандарта и Ростехнадзора РФ.

Россия, г. Санкт-Петербург, 26-я линия В.О., д. 15, кор. 2, лит. А, пом. 77Н
тел.(факс) 8-812-677-29-89
e-mail: mail@cryogastech.ru;
http://www.cryogastech.ru

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:03:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ООО "АВЕРС"

Современная жизнь в корне отличается от той, которой жили люди еще буквально лет 50 назад.

Сегодня автомобиль – наш спутник жизни и представить себе жизнь без машины практически невозможно. Изо дня в день мы сталкиваемся с автомобилями, как бы мы сами того не хотели. Автосервис ООО "АВЕРС" предлагает вашему вниманию широкий спектр услуг по ремонту и диагностике автомобилей. В случае поломки какой-либо детали или отказа работы всего авто обращайтесь к нам, мы сделаем все возможное и невозможное для устранения неполадок и бесперебойной работы вашего автомобиля в дальнейшем.

Уровень автосервиса, предложенного нами, действительно находится на довольно хорошем уровне, в чем может убедиться каждый. Среди предложенных видов работ по авторемонту вы найдете все, что вас интересует. Мы в состоянии произвести ремонт двигателя, КПП, а также ходовой части автомобиля.

Монтаж газобаллонного оборудования

АВЕРС на рынке газовых автосистем, Вологды и Северо-Запада, уже более 11 лет. Применение современных конструкторских решений, последних достижений технологий, использование в работе надежных материалов, профессионализм персонала позволяет нам переоборудовать Ваши отечественные и зарубежные автомобили на высоком уровне. Сервис устанавливает ГБО практически на любые легковые и грузовые автомобили.

В последнее время основным направлением становится установка систем распределенного впрыска газа OMVL – Dream XXI N Injector System, AGIS – Tomasetto Injector System, SEC – Injector System, BRC – Injector System, ELPIGAS – Injector System.

Оптимальное соотношение цены и качества систем, в совокупности с опытом работы наших специалистов, является, бесспорно, лучшим продуктом в области переоборудования автомобилей на газовое топливо. Наша фирма Аверс имеет богатый опыт в переоборудовании любых автомобилей – от простых карбюраторных до сложнейших с распределенным впрыском и катализатором соответствующим стандартам ЕВРО 3, 4.

Эксплуатация автомобиля, оборудованного газовым оборудованием, незначительно отличается от обычного, однако владельцам таких автомобилей следует знать особенности использования газового топлива и газового оборудования. Бытующее в среде владельцев автотранспортных средств мнение, что газовое оборудование небезопасно, может повредить двигатель, снизить его мощность, моторесурс и увеличить расход топлива настолько, что экономический эффект от использования газа сведется к нулю, полностью опровергается практикой эксплуатации автомобильной техники, оснащенной газовым оборудованием. Автогаз или авто газ – это не просто газовая установка в автомобиле для экономии денег, это еще и антидетонационная стойкость, отсутствие катализаторов разрушения металлов, хорошая диффузия, стабильность агрегатного состояния, безопасна в использовании.

ООО "АВЕРС" осуществляет монтаж ГБО на все автомобили с бензиновыми двигателями.

Мы используем оборудование только итальянского производства.

Мы поможем вам выбрать наиболее подходящее для вашей машины оборудование и учтем все пожелания при монтаже.

Газовые системы

Наша компания устанавливает газовое оборудование известных мировых производителей на автомобили. У каждой марки газового оборудования есть свои плюсы и минусы в работе, удобстве обслуживания, установке, настройке, экономичности и наличии запчастей ГБА.

Для автомобилей, требующих монтажа систем 2-го поколения (карбюраторные а/м и инжекторные до 2008 г. выпуска, но с металлическим впускным коллектором) наиболее приемлемой является газовое оборудование таких фирм, как: Tomasetto (Томасетто), Lovato (Ловато), BRC, Tartarini (Тартарини).

Для автомобилей, на которые требуется устанавливать газовое оборудование 4-го поколения, мы предлагаем систему фирмы BRC. В продаже появилась новая версия газового оборудования для автомобилей – BRC Sequent Plug&Drive.

Всегда в наличии системы OMVL, AGIS, SEC, Digitronik (Польша)

Где установить газобаллонное оборудование?

Прежде чем установить ГБО (газобаллонное оборудование) убедитесь, что Ваш автомобиль технически исправен! Изучите кто, где, сколько лет занимается установкой, а главное обслуживанием ГБО. Многие клиенты доверяются "чудо-мастерам" из гаражей, не

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:03:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen

имеющих ни опыта, ни соответствующего оборудования. Случись что-нибудь с машиной, вы просто их не найдете. Никакой речи о гарантийном обслуживании. Вы, надеюсь, понимаете, что просто Вас обслуживать не будут, нигде не докажете, что Вы правы. Да существуют сервисы, где также можно напороться на неквалифицированный монтаж.

В Вологодском регионе – это так называемая "компания "Еврогаз", состоящая из двух арендованных гаражных боксов и приходящих с другой работы работников, иногда. Так же Техцентр "Западный", производящий монтаж ГБО, который не может обслужить его. Все машины едут к нам! Но господа, тогда возникает вопрос, а где же вы были раньше? Ответ прост. Сумма монтажа! Дешево и сердито. Польскую комплектацию вам легко выдадут за итальянскую. Например. Решил один "чудо-мастер" подзаработать. Купил оборудование. Установил. Вернул деньги с прибылью. Можно и развиваться, но нет! Оборудование то не работает! Значит, монтаж окончен! С чем вы остались? Есть выход! Поехать в другой сервис.

Мы не обслуживаем дешевое оборудование и нет никакого желания возить под него программное обеспечение. Теперь цена вопроса. Разница получается всего лишь три тысячи рублей, между достойным ГБО и оборудованием низшего класса, которое тоже может неплохо работать, но не у всех, кто его ставит! Многие приезжают к нам с жалобами, что не могут отремонтировать в сервисах, где ставили ГБО, свою машину. Очень удивляются, когда авто начинает у нас работать. Мелочь? Но её надо просто знать, используя диагностическое оборудование и знания!

Итак, подходим к главному! Вы сэкономили несколько тысяч и приобрели головную боль! А теперь вам решать, куда ехать устанавливать ГБО.

Свечи зажигания или газовые зажигалки

Переходя с бензина на газ, надо ли заодно менять свечи? Пропан-бутан воспламеняет доцент кафедры ДВС Санкт-Петербургского политехнического университета Александр Шабанов.

В команде – замена.

Менять свечи, конечно же, надо. А тут – смена топлива: газ и горит иначе, и смесь беднее. Скорость сгорания меньше, температуры выше – но сгорает чище, следовательно, отложений меньше. А ведь это как раз те параметры, которые влияют на выбор как минимум калильного числа свечей! Так можно ли там использовать обычные свечи, как для бензинового мотора? И есть ли вообще в природе специальные, "газовые"?

Очень сложный вопрос.

Именно так отвечает Интернет на первые попытки отыскать в нем свечи для одинаково эффективного воспламенения газа и бензина. Однако пятерых участников все же определили. Германию представ-

1 место — Denso Iridium IW20, Япония

Победитель по всем статьям, который заодно на корпус обошел серебряного призера по привлекательности цены. Абсолютный рекордсмен в миниатюризации центрального электрода – всего 0, 4 мм. Эффект сразу виден. Стабильный интенсивный разряд одинаково хорошо разгоняет и бензиновое, и газовое пламя. А благодаря тугоплавкости электродов свечи и сам мотор переживут.

Ориентировочная стоимость комплекта..... 2200 руб.

+ Лучшие по всем параметрам
− Дороговато

3 место — Bosch Platinum WR7DP, Германия

Свечи самой оригинальной конструкции. Центральный электрод, тоненький-тоненький, полностью утоплен в изолятор. В остальном – классический "Бош" с его тремя полосками на керамике изолятора. "Двухтопливно", солидно, надежно! Лидерам, правда, уступают, но зато дешевле их.

Ориентировочная стоимость комплекта..... 640 руб.

+ Хорошие свечи за приемлемую цену
− Уступил лидерам в базовых моторных циклах

4 место — Brisk LPG LR15Ys Silver, Чехия

Свечи с четкой ориентацией на газовые двигатели. Серебряный центральный электрод хотя и уменьшенной толщины, но все же существенно толще, чем у платиновых и иридиевых свечей. Отсюда и результат: лучше, чем у обычных свечей, но не дотягивает до показателей дорогущих лидеров экспертизы.

Ориентировочная стоимость комплекта..... 320 руб.

+ Самые дешевые из свечей с электродами из драгметаллов. Сбалансированное соотношение цена/качество
− Сравнительно невысокий экологический эффект

5 место — Plazmofor Super GAZ, Украина

Самые дешевые, но сделаны аккуратно. На тестах не блистали, однако показали себя не хуже великого BERU. А их газовую ориентацию должны подтвердить длительные ресурсные тесты. Впрочем, даже если ресурс окажется поменьше, чем у других, не страшно: за такие деньги и поменять не жалко.

Ориентировочная стоимость комплекта..... 280 руб.

+ Приличное качество работы при невысокой цене
− Заметно ухудшают показатели при усложненных условиях эксплуатации

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:04:18

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ляет комплект платиновых свечей Bosch Platinum WR7DP, Чехию – Brisk LPG LR15YS Silver. Честь Японии в конкурсе будут защищать два комплекта разных фирм – иридиевые NGK LPG LaserLine № 2 и Denso IW20. От братьев-славян выступает украинский Plazmofor Super GAZ. Критерий отбора беспроигрышный: все эти комплекты рекомендуют для использования на газовых двигателях сами фирмы-производители на своих сайтах. А в качестве «нулевого меридиана» для отсчета возьмем заведомо хорошие свечи BERU 14R-7DU из Франции, которые, однако, ориентированы только на бензин и не снабжены четкой рекомендацией к использованию на "голубом" топливе.

Соревновательная программа.

Испытания мы подогнали под принцип двухтопливности – газ/бензин. Сначала прогнали нашу обычную программу, обкатанную в предыдущих свечных экспертизах, на двигателе ВАЗ-21083 в обычном, бензиновом варианте. А затем повторили ее на том же двигателе, предварительно оснастив его итальянской газовой аппаратурой. Принцип обычный: в одних и тех же режимах – от минимальных оборотов холостого хода до больших нагрузок – с каждым комплектом свечей замеряли мощность, расход топлива, токсичность. Кроме того, измеряли температуру отработавших газов: главная страшилка противников газа – перегрев мотора! Все замеры проводили дважды – при нормальном напряжении питания бортовой сети и при пониженном (9 В). Тем самым моделировались как аварийная ситуация (генератор помер, а ехать надо), так и сильная изношенность свечей, когда интенсивность искрообразования резко понижена.

Газанули...

Даже на бензине разница между свечами есть, и заметная. Причем по сравнению с классическими одноэлектродами экзотика с электродами из металлов группы платиновых (к ним относится и иридий) выигрывает по всем статьям. Лидерами, как и ожидалось, стали "японцы". Мощности добавили мотору немного – до 2 %, зато бензина сэкономили около 5 %. Температурные модели свечей BERU 14R-7DU (слева) и Denso IW20 (справа) при частоте вращения коленчатого вала 2000 об/мин (внешняя скоростная характеристика, двигатель ВАЗ-21083). Так растет температура в выпускной трубе двигателя при переходе на газ. На газе преимущества этих свечей проявились еще ярче. Тут заметнее и прирост мощности – до 6 %, и экономия топлива – аж до 7,5 %. Но самое интересное произошло с токсичностью. Существенное улучшение качества сгорания, давшее снижение CO и CH, было компенсировано увеличением содержания оксидов азота NO_x. Все ясно: интенсивность, а с ней и температура сгорания растут, вот выход этой дряни и увеличивается. И аварийный цикл лишь усугубил картину.

РЕЗУЛЬТАТЫ БАЗОВОГО МОТОРНОГО ЦИКЛА*

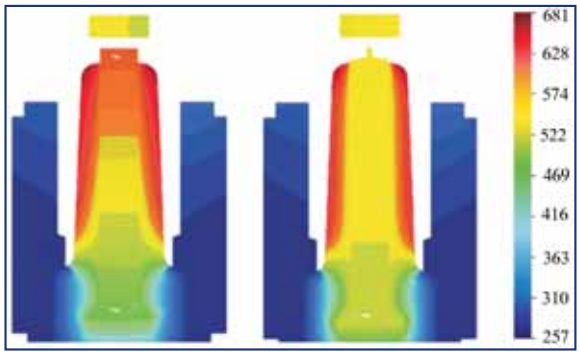
Изменение показателей двигателя, % относительно параметров, полученных на комплекте свечей BERU	Мощность	Расход топлива	CO	CH	NO_x
На бензине					
Denso IW20	1,87	–5,68	–6,04	–7,92	–3,03
NGK LPG LaserLine № 2	2,33	–5,72	–8,07	–6,81	2,52
Bosch Platinum WR7DP	0,75	–3,03	–3,30	–8,34	–2,69
Brisk LPG LR15YS Silver	0,84	–2,58	–5,31	–3,40	–1,93
Plazmofor Super GAZ	–0,99	0,84	–0,28	3,23	–5,43
На газе					
Denso IW20	6,00	–7,81	–13,97	–19,67	10,80
NGK LPG LaserLine № 2	5,84	–7,43	–15,24	–13,73	5,80
Bosch Platinum WR7DP	3,46	–6,00	–5,78	–21,33	6,18
Brisk LPG LR15YS Silver	4,50	–5,10	–11,26	–8,53	–0,80
Plazmofor Super GAZ	–0,35	1,09	5,21	–2,11	–15,16
Аварийный режим, на газе					
Denso IW20	12,11	–12,39	–24,56	–13,49	29,24
NGK LPG LaserLine № 2	10,57	–10,41	–24,48	–17,73	25,62
Bosch Platinum WR7DP	10,29	–10,41	–21,13	–20,75	22,18
Brisk LPG LR15YS Silver	7,81	–7,57	–17,23	–13,28	28,07
Plazmofor Super GAZ	–1,25	1,63	16,45	–3,53	–6,71

*Синим цветом выделены результаты, находящиеся в пределах погрешности измерений, красным – худшие показатели

Почему? Потому, что скорость сгорания газового топлива значительно ниже, чем у бензина. А чем более вялое горение в цилиндрах, тем важнее интенсивность поджога газовоздушной смеси. Потому-то платиновые и иридиевые свечи с их тонкими электродами и большой интенсивностью разряда, им присущей, разгоняют фронт пламени в цилиндрах куда веселее, чем обычные.

Когда краснеют трубы.

Вы видели, как раскаляется выпуск при хороших нагрузочных режимах? Ну так смотрите на рисунок. Нелегко приходится стендовому мотору! При работе на бензине подобная картина наблюдается при раскрутке выше 4800 об/мин, а вот на газе – уже с 4000 об/мин. Меньшая скорость сгорания заставляет смесь полыхать практически до открытия выпускных клапанов. Температуры деталей двигателя растут, а вместе с ними и температуры свечей зажигания. Наложение друг на друга температурных графиков для одного и того же комплекта свечей при работе на газе и



agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ь ° 2012 ^. 15:04:31

Color profile: Disabled
Composite Default screen

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНЫХ ОЦЕНОК ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ СВЕЧЕЙ

Частота, об/мин	Максимальная температура на изоляторе свечи, °С	Максимальная температура на центральном электроде, °С	Максимальная температура на боковом электроде, °С
Свеча BERU 14R-7DU			
2000	671,80	591,88	540,22
3000	697,47	614,71	593,81
Свеча Denso IW20			
2000	678,62	543,40	557,64
3000	707,55	562,38	616,91

на бензине показывает, что газовое топливо добавляет и без того горячей трубе до 60°. А свечи к температуре очень чувствительны! Слишком малые градусы им противопоказаны: начинают зарастать отложениями – продуктами неполного сгорания топлива и масла. Высокие температуры выжигают эти отложения, но способны привести к калильному воспламенению топлива. Напоминаем: это когда горение начинается не от искры, а от контакта с горячей деталью. А самая горячая деталь в цилиндре – изолятор свечи. Вот здесь-то в очередной раз проявляются преимущества свечей с тонкими иридиевыми электродами. Измерить их температуры трудновато – на сей случай придуманы расчетные методы моделирования. Так вот, температура центрального электрода иридиевой свечи с тонким электродом на 60...80° ниже, чем для обычной свечи. Почему? Площадь нагрева тонкого электрода намного меньше, а теплопроводность иридиевого сплава значительно выше, чем у стали обычного электрода. Добавим, что термостойкость металлов платиновой группы также выше. Внимательный читатель тут же скажет, что холодные свечи хуже очищаются. Это верно, но газ горит значительно "чище" бензина. К тому же холоднее становится только центральный электрод, а корпус и изолятор, то есть те места, где обычно нарастают отложения, своей температуры по сравнению с обычной свечой практически не снижают.

А если не менять?

А что все-таки будет, если при переводе на газ оставить обычные свечи? Да ничего страшного! Об этом говорит сопоставление обычных свечей BERU и специально "заточенных" под газовое топливо украинских Plazmofor. Но ресурс обычной свечи на "голубом" топливе будет, очевидно, ниже. Впрочем, простая свечка заведомо дешевле иридиево-платиновой экзотики... Наше резюме: для работы на газовом топливе лучше выбирать тонко-электродные свечи, рекомендованные производителем.

КАК ДЕЛИЛИ ПЬЕДЕСТАЛ

Расстановку мест определили цифры, набранные в трех базовых моторных циклах, – на бензине, газе, а также при пониженном напряжении бортсети (тоже на газе). В свою очередь, оценка за каждый такой цикл складывалась из показателей мощности, экономичности и экологичности, полученных на каждом из комплектов свечей. Как обычно, лучшая оценка в каждом цикле – 5 баллов, худшая – единица. Коэффициенты весомости каждому циклу (от 0,2 до 0,5) назначила группа экспертов.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

Наименование	Промежуточные показатели (с учетом коэффициента весомости)			Итого, баллы
	Базовый моторный цикл (бензин) ·0,3	Базовый моторный цикл (газ) ·0,5	Аварийный моторный цикл (газ) ·0,2	
Denso IW20	1,50	2,50	0,95	**4,95**
NGK LPG LaserLine № 2	1,48	2,32	0,93	**4,73**
Bosch Platinum WR7DP	1,13	2,18	1,00	**4,31**
Brisk LPG LR15YS Silver	1,08	1,80	0,64	**3,52**
Plazmofor Super GAZ	0,30	0,50	0,20	**1,00**

Россия, г. Вологда, Старое шоссе, 18.
Телефоны: 8(921)6812787, 8(921)6827752
Email: avers-gas@rambler.ru © ООО "АВЕРС", 2012

Сервисные пункты

На этой странице мы размещаем адреса и телефоны сервисных пунктов по Вологодской области, где Вы также можете произвести квалифицированный монтаж газобаллонного оборудования и произвести техническое обслуживание Вашего газового оборудования.

Город Белозерск
Монтаж и обслуживание ГБО.
Меньшаков Алексей Валериевич

Вологодская область, г. Белозерск,
ул. Мира, д. 9.
Телефон: +7(921)2307476.

Поселок Чагода.
Монтаж и обслуживание ГБО.
Колосов Анатолий Владимирович.

Вологодская область, Чагодщенский район,
п. Чагода, ул. Революции, д. 8, кв. 4.
Телефоны: +7(921)5324121,
+7(909)5988882.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:04:49

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ТЕХНОЛОГИИ СПГ «CHART-INDUSTRIES Inc.»

CHART

приносят потребителям экологически чистую энергию

Введение

Природный газ становится одним из первостепенно важных источников энергии в 21-м веке. И это закономерно, так как запасы природного газа в мире огромны, и он действительно чистое топливо. Природный газ как топливо выделяет вдвое меньше углекислого газа по сравнению с другими видами ископаемого топлива, с незначительными иными вредными выбросами. Выбор природного газа как топлива помогает предотвратить две проблемы окружающей среды: загрязнение воздуха и парниковый эффект.

Важная особенность использования природного газа состоит в том, что месторождения газа расположены далеко от потребителей. Для транспортировки необходимы либо трубопроводы, либо транспорт, такой как большие океанские танкеры, для перевозки сжиженного газа.

Огромные ожижители природного газа и танкеры для его перевозки эксплуатируются десятки лет. Большинство экспертов считают, что количество участников мирового рынка СПГ будет неуклонно увеличиваться в ближайшее десятилетие. Производство СПГ во всем мире удвоится в течение следующих шести лет. Однако в настоящее время большинство СПГ газифицируется на принимающих терминалах и транспортируется по трубопроводам.

Нет трубопровода? Нет проблем

Новое направление – системы работы с СПГ (средней производительности), также называемые **"виртуальный трубопровод"**, которые предоставляют возможность использования СПГ непосредственно у клиента. Это системы независимых трубопроводов и поэтому несут выгоды от применения природного газа большому числу потребителей. Европейские страны, располагающие большими запасами природного газа, такие как Норвегия, например, разработали систему стимулирования тех, кто участвуют в формировании этого способа дистрибьюторизации СПГ. Традиционные подземные трубопроводы дороги для снабжения редконаселенных районов. Также необходимость многолетнего строительства традиционных трубопроводов сдерживает растущие потребности в природном газе и замедляет вытеснение нефти как топлива. Ожижение природного газа и транспортировка его как жидкости в различные места представляет собой возможное решение.

Комплексный продукт на основе СПГ (средней производительности)

Источник СПГ для доставки – наиболее важный компонент. Частично СПГ может продаваться из побережных терминалов приема газа, в то время как основная часть испаряется и передается в виде газа в трубопроводы. Однако в ряде случаев существуют причины для строительства локальных ожижителей.

Хранилища к ожижителям обеспечивают возможность дистрибьюции. **Транспортные емкости и автотранспорт** поддерживают систему доставки.

Станции спутники (реципиенты, приемники) строятся в местах потребления газа или локальных центрах продажи.

Испарительные системы – часть большинства станций-приемников. Они преобразуют СПГ в газообразную фазу для обеспечения технологических процессов и отопительных систем.

Автозаправочные станции – специальный вид станций приемников, на которых заправляются автомобили, работающие на сжатом природном газе или на СПГ.

Бортовые автомобильные системы обеспечивают хранение и газификацию СПГ для подачи сжатого газа в двигатель автомобиля.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:04:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 1. Низкотемпературный блок ожижителя СПГ

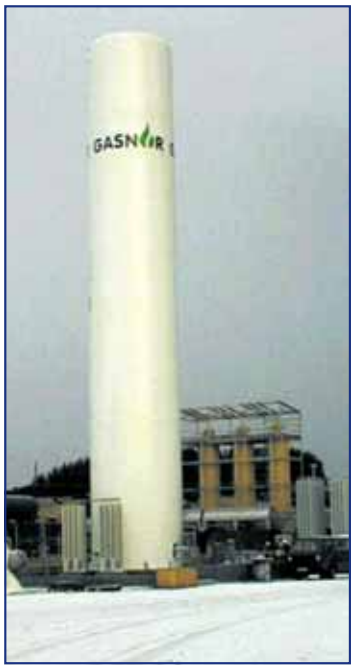


Рис. 2. *Емкость для хранения на 275 тыс. л СПГ с насосом для заправки автотрейлеров, расположенная на заводе Gasnor в Snurrevarden (Норвегия)*

является криогенной и поэтому требует использования высокотехнологичного оборудования. Перевод газа в жидкую фазу уменьшает объем в 600 раз, облегчает хранение и транспортировку.

Большое количество СПГ доступно с континентальных терминалов с емкостью десятки миллионов литров. Системы доставки функционируют от некоторых из них. Транспортировка СПГ по дорогам на расстояния около 500 км относительно проста и дешева. В ряде случаев местное ожижение предпочтительнее, особенно:

- если местный источник газа, удаленный от промышленных объектов и городов, должен быть переведен на коммерческую основу;
- если источник газа содержит высокий процент азота, который уменьшает энергетическую ценность газа и который может быть исключен в процессе ожижения;
- если малые населенные пункты в малонаселенных областях должны быть газифицированы и прокладка трубопроводов невыгодна, газ может быть ожижен из магистральных трубопроводов и доставлен в виде СПГ средствами транспорта;
- если снижение давления между станциями высокого и низкого давления дает возможность ожижения без использования внешней энергии;
- если газ может быть ожижен, опять же без затрат энергии, на станциях азотной газификации.

Перечень продукции и услуг "Chart-Industries Inc." по комплексу технологий для СПГ

"Chart-Industries Inc.", ее дочерние предприятия и их предшественники, ранее известные под торговыми марками PSI, PEI, MVE, Altec, Cryenco были и остаются пионерами в технологиях СПГ на протяжении двух десятилетий. Станции-спутники, автотрейлеры, железнодорожный транспорт (локомотивы), баржи и автотранспорт на СПГ работают в США обычным делом. Кроме того, системы для СПГ поставлялись в Юго-Восточную Азию, Дальний Восток и Австралию. Начиная с 2000 г. указанные продукты были представлены в Европе, включая поставки из США и произведенные компанией "Ferox a.s.", компанией с 60-летними традициями в криогенных технологиях – европейским приобретением "Chart" с 1997 г. В настоящий момент их системы для СПГ работают в Великобритании, Испании, Норвегии, Польше и Турции.

Технология ожижения

Процесс ожижения основан на охлаждении газа до температуры его конденсации –162 °С, которая

Хранилища к ожижителям

Этот компонент состоит из одной или более емкостей. Поскольку СПГ имеет низкую температуру, они изготавливаются как двустенные сосуды, с

Рис. 3. *Трейлер для СПГ с объемом 56 тыс. л, поставленный для Naturgass Vest (Норвегия)*

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

высокоэффективной порошко-вакуумной или экранно-вакуумной изоляцией, которая обеспечивает долговременное хранение без потерь. Их объем соответствует обычно одной или двум неделям производственной мощности ожижителя.

Транспортировка СПГ

С помощью "Chart" транспортировка СПГ становится простой и безопасной. Действительно безопаснее чем бензин, так как у СПГ низкая температура, высокая температура воспламенения и узкий уровень концентрации для зажигания.

С помощью насосов и рукавов СПГ может быть закачан в транспортные трейлеры, баржи и железнодорожные цистерны или ISO контейнеры для долговременной и продолжительной транспортировки при низком давлении как низкотемпературная жидкость. Современный дизайн транспортных емкостей обеспечивает эффективную термоизоляцию, а также безопасность в соответствии с требованиями Правил перевозки опасных грузов (ADR), RID, ГМО, DOT и других специальных норм. Размеры транспортных емкостей варьируются от транспортных автомобилей типа Orca™ на 12 500 л и ISO контейнеров на 20 000 л до специальных трейлеров на 56 000 л.

Станции-спутники (реципиенты)

Строятся как конечные потребители газа или как источник для местных трубопроводных сетей, от емкостей для хранения (размер обоснованного времени хранения от трех до четырнадцати дней, в зависимости от объема потребления), или как способ снабжения СПГ. Обслуживание газифицирующих станций-спутников может быть ручным и полностью автоматизированным без присутствия персонала, что позволяет следить и контролировать работу системы из офиса, расположенного за сотни километров от станции. Система управления обеспечивает поддержание давления газа в исходящих трубопроводах без потребления внешней энергии, а только за счет тепла окружающего воздуха или горения 2 % газа в подогреваемых газом испарителях.

Система устранения опасности обеспечивает полную безопасность этих производств даже в теоретически возможных случаях внешнего пожара или утечки. Нержавеющая сталь, как основной конструкционный материал, технологии производства и проектирования, с жесткой проверкой, под наблюдением государственного надзора, всех технологических процессов, являются лучшей гарантией надежной и безопасной работы оборудования. Преимущество станции-спутника (реципиента) для СПГ – возможность контроля газового потока в пределах от 0 до 100 % и временем значительного повышения в течение нескольких часов.

Некоторые виды использования станций-спутников (реципиентов):

Непосредственное нагревание и использование в технологических процессах обеспечивает непрерывную поставку газа в соответствии с потребностями, и возможностью сезонного или дневного регулирования. Высокая надежность и возможность непрерывной работы в течение нескольких лет – это обычное исполнение. Небольшая установка GreenBox с емкостью 21 000 л может быть поставлена в контейнерном исполнении для быстрой установки и легкого перемещения.

Запасные системы строятся для таких сверхточных технологических процессов, как производство стекла, в которых обычно используют газ из трубопровода, но необходим запас в случае, если трубопровод бы вышел из работы. Объем хранилищ зависит от потребности покрытия ограниченного периода деятельности, нужного для ремонта, без всяких разрушений и потерь для оборудования и продукта.

Системы покрытия пиковых нагрузок строятся для компенсации дефицита в поставках газа в случаях, когда газ, поставляемый по трубопроводу, не покрывает потребность, поскольку возможны ограничения по источникам поставки и размерам трубопровода. Обычно используются для отопления в холодное (зимнее) время года.

Рис. 4. Городская станция для СПГ с объемом хранения 60 тыс. л, поставленная для фирмы "KRI" (Польша)

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:13

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 5. Крупнейшая в мире станция СПГ/сжатый газ, построенная компанией "Chart NexGen" в Калифорнии объемом 4×60 тыс. л, 6 СПГ заправочных колонок, 3 заправочные колонки сжатого газа, обслуживающие 200 мусоровозов

Автозаправочные станции

Станции СПГ обслуживают автомобильный транспорт, использующий СПГ в качестве топлива. Мощные трейлеры, автобусы, машины для мусора и рейсовые автомобили, такие как такси, являются типичными и имеют большой потенциал для использования СПГ как топлива. В сравнении с более традиционными системами на сжатом газе СПГ обеспечивает больший пробег и грузоподъемность, так как его плотность выше и давление ниже. Центробежные насосы обеспечивают заправку СПГ в автомобили с той же скоростью, что и бензиновые насосы.

Станции СПГ и сжатого газа могут использовать СПГ для поддержки в работе автомобилей на сжатом газе. Насосы высокого давления доставляют СПГ в атмосферные испарители и реципиенты, поэтому машины на сжатом газе могут быть быстро заправлены.

Станции СПГ/сжатого газа в большинстве объединяют услугу по заправке обоих типов транспорта.

Продуктовый ряд автомобильных заправочных станций начинается с систем, включающих емкости, для небольших пилотных заводов на несколько автомашин, например **контейнерные Gas Box or Black Box**. От легких в установке, легких в перемещении вариантов, до огромных станций с несколькими емкостями и колонками СПГ и сжатого газа, для заправки большого парка автотранспорта и частников. Выше упомянутый трейлер Огса может использоваться как мобильная заправочная станция.

Подземные емкости – типичное решение для городских зон, отвечающее требованиям градостроительных норм и особенностям при регулировании застройки.

Совмещенные станции СПГ/сжатого газа фирмы "Chart" отлично приспособлены для легкой и построенной на самообслуживании эксплуатации, использовании карт для оплаты.

Бортовые автомобильные системы

Эти системы состоят из одного или более заправочных баков, с "супер" изоляцией, которая обеспечивает долговременное хранение и низкие операционные потери. СПГ испаряется, нагреваясь от системы охлаждения двигателя, как только тот начинает работать. Регулятор давления контролирует поставку газа в двигатель и поддерживает постоянное давление. 5000 автомобилей на СПГ с системами фирмы "Chart" эксплуатируются в США и 250 в Европе (Великобритания, Испания). Технологии СПГ благодаря их эффективности стимулируют дальнейший перевод автотранспорта на СПГ, обеспечивая чистоту городов и низкие издержки.

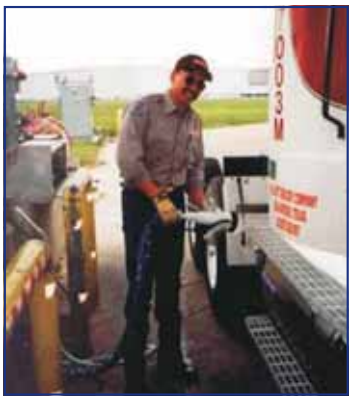


Рис. 6. Водитель трейлера на СПГ на заправочной станции самообслуживания. 60 трейлеров на СПГ работают на 500 км трассе Хьюстон–Сан Антонио (штат Техас)

Применение СПГ для заправки автомашин сохраняет существующую систему работы на сжатом газе и добавляет заправочные станции к трубопроводам. Станции СПГ и сжатого газа делают возможным создание развитой сети заправочных станций на приемлемом расстоянии в самых легко доступных местах непосредственно у автострад. Это должно стимулировать транспортников широко использовать природный газ и должно помочь ЕС достичь цели оснастить 10 % транспортных средств оборудованием для использования СПГ как топлива до 2020 г. Это предполагает дополнительные 47 млрд м^3 природного газа в год.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen

НОРВЕГИЯ. МАЛОТОННАЖНЫЙ СПГ: рождение нового рынка

Норвежское общество дипломированных технических и научных профессионалов Tekna (The Norwegian Society of Chartered Technical and Scientific Professionals) провело 26–27 мая 2011 г. в Холменколлене, Норвегия, 4-ю Международную конференцию **"Малотоннажный сжиженный природный газ"**. В работе конференции приняли участие более 120 специалистов из 24 стран мира. В 20 докладах были освещены многие аспекты, связанные с производством и потреблением этого относительно нового энергетического товара.

В мировой корзине первичных энергоносителей 33 % приходится на нефть, 28 % – на уголь, 20 % – на природный газ, 10 % – на биомассу, 6 % – на АЭС, 2 % – на гидроресурсы и 1 % – на прочие источники возобновляемой энергии. **В секторе газа 9 % приходится на долю сжиженного природного газа**. Малотоннажное производство СПГ (МТСПГ) пока занимает ничтожную долю. Однако перспективы у этого вида топлива – многообещающие. В предлагаемой сегодня международной классификации к малотоннажному производству СПГ относятся комплексы технологического оборудования с годовой производительностью от двух тысяч до одного миллиона тонн СПГ в год и дальность доставки к потребителю до одной тысячи километров. Для сравнения: промышленный СПГ производят заводы с годовым объемом от 2,5 до 15 млн т сжиженного метана (Источник: Small Scale LNG – Liquefaction and Energy Storage for Today and the Future by Sebastian. May 16th, 2010).

Источниками газа для малотоннажного и микро-СПГ могут служить традиционные магистральные и распределительные газопроводы, заводы и терминалы промышленного СПГ, низконапорные месторождения, шахтный метан, метан угольных пластов, биогаз, так называемый э-газ (e-gas, получаемый путем синтеза углерода и водорода из воды с помощью ветряной или солнечной электроэнергии).

Основными сферами применения малотоннажного СПГ считаются транспорт и автономная газификация. Технологии применения метана на автомобилях, морских и речных судах, самолетах, железнодорожных локомотивах, сельскохозяйственной техники хорошо известны и давно отработаны. Малотоннажные заводы и установки по производству СПГ могут стать надежным и комфортным источником топлива для всей этой техники.

Наиболее перспективным сектором применения МТ СПГ представляется бункеровка морских судов. Причиной для этого являются международные требования, предъявляемые к выбросам судов в контексте **Балтийского района управления выбросами** (Emissions Control Area) и вступающие в силу в 2015 г. Хабами для малотоннажного СПГ готовы стать практические все сновные балтийские порты. Аналогичные районы управления выбросами уже существуют вдоль атлантического и тихоокеанского побережья США и Канады, вокруг Гавайских островов. В перспективе к этому перечню добавятся Средиземное море, побережье Японии, Малаккский пролив. Рынка – в полном понимании этого термина – малотоннажного СПГ ни в мире, ни в Европе пока нет. **Он только начинает формироваться**.

По данным компании Antony Veder, сегодня в мире насчитывается **всего 17 бункеровочных судов** с полезным объемом емкостей под СПГ от 1100 до 22 000 нм^3. В четвертом квартале 2012 г. со стапелей сойдет восемнадцатый бункеровочный танкер СПГ объемом 15 600 нм^3. На удивление пока только один из этих метановозов, самый маленький – Pioneer Knutsen (год постройки 2004, объем 1100 нм^3) – использует в качестве топлива природный газ. Остальные по-прежнему работают на дизельном топливе и мазуте.

Суммарный объем малотоннажных танкеров СПГ составляет 183,5 тыс. нм^3. Для сравнения коммерческий объем одного из строящихся в настоящее время метановозов равен 200 000 нм^3.

Конференция "Инновационное использование газа"

Конференция прошла в рамках Энергетического диалога Евросоюз – Россия. На первой сессии участники конференции рассмотрели вопросы использования природного газа в качестве моторного топлива. Конференцию открыл **Philip Lowe**, Директор Департамента энергетики Европейской комиссии. С докладом об инновационных процессах в газовой промышленности России выступил заместитель председателя Государственной Думы Российской Федерации, Президент Российского газового общества **Валерий Язев**.

Модератором первой секции (Использование газа на транспорте) была **Magda Kopczynska**, руководитель отдела чистых, городских и интеллектуальных транспортных систем Еврокомиссии.

С докладами в первой сессии выступили **Trevor Fletcher** – Президент Европейской газомоторной ассоциации; **Сергей Комлев** – Начальник Управления структурирования контрактов и ценообразования ООО "Газпром экспорт"; **Евгений Пронин** – начальник отдела использования газа в качестве моторного топлива ОАО "Газпром"; **Arthur Reijnhart** – генеральный директор департамента топливно-энергетических альтернатив и разработки топливной стратегии компании Шелл; **Timm Kehler** – исполнительный директор компании Erdgas Mobil Gmbh; **Manuel Lage** –

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:24

Color profile: Disabled
Composite Default screen

генеральный директор Европейской газомоторной ассоциации; **Flavio Mariani** – начальник отдела использования газа на транспорте компании ENI; **Gunnar Muent** – директор Европейского инвестиционного банка по инновациям и компетенции.

Докладчики рассказали о развитии европейского рынка природного газа для транспорта, ходе реализации проектов "Голубой коридор" и "Газовые автомагистрали". Особое внимание было уделено современным тенденциям развития газомоторного рынка, главной из которых является **развитие инфраструктуры малотоннажного производства СПГ для тяжелой техники**. Было особо подчеркнуто, что автобусы, грузовики, железнодорожные локомотивы и морские суда на СПГ – не завтрашний, а уже сегодняшний день. Как отметил Manuel Lage, сегодня в мире работает 21 завод по производству СПГ, а к строительству запланировано более чем в два раза больше: 47; приемно-регазификационные терминалы: в эксплуатации находятся 62, а построить планируется еще 127!

Участники конференции рассмотрели вопрос об альтернативах дизельному топливу и бензину. Конечно же, упоминались биометан, электричество, водород, гибриды на топливных элементах. Не забыли и про новую концепцию: э-газ (e-gas). В море стоят ветряки и генерируют электрическую энергию, которая используется для получения водорода из воды. А водород в свою очередь используется для синтеза метана и его заправки в автомобили. Таким образом, e-gas – полностью возобновляемое топливо. Правда не совсем укладывается в философию декарбонизации экономики. Да и по стоимости, впрочем, **как и все остальные политические альтернативы, e-gas пока не имеет шансов на коммерческий успех**.

На конференции было подчеркнуто, что реальной рыночной альтернативой бензину и дизельному топливу является только природный газ. СУГ (пропан-бутановые смеси) – представляется лишь одним из видов нефтяного топлива. Подавляющее большинство автопроизводителей – Ауди, Вольво, Ивеко, Исузу, Мерседес, Ситроён, ФИАТ, Фольксваген, Хёнде и многие другие – серийно выпускают в общей сложности более 90 моделей метановых легковушек, пикапов, грузовиков и автобусов.

Метан – единственная топливная альтернатива обеспеченная ресурсами, инфраструктурой, технологиями и дающая реальный экологический и экономический эффект. В этом отношении показательны слова **Ханса Эйхеля**, бывшего министра экономики Германии: **"Электромобильность, конечно, – сексапильна, но в отличие от природного газа убедительной потенцией не обладает"**.

А вот мнение **Фердинанда Дуденхёффера**, профессора Университета Дуйсбург-Эссен, руководителя немецкого Центра изучения автомобильного рынка – одного из самых признанных европейских автомобильных авторитетов: **"Не существует другой такой технологии,** которая могла бы в кратчайшее время с незначительными инвестициями обеспечить сокращение вредных для окружающей среды автомобильных выбросов CO_2. Эти факты заставляют обратить пристальное внимание на такие виды топлива, как компримированный природный газ и биометан".

Основной тенденцией развития газомоторного рынка предстоящего десятилетия станет **резкое увеличение применения** на транспорте сжиженного природного газа (и сжиженного биометана). По мнению Информационного энергетического агентства, к 2035 г. в США 38 % топлива, используемого грузовым транспортом, будет приходиться на СПГ. Кроме магистральных грузовиков применение СПГ (и не только в США) придется на междугородные и международные автобусы, морские суда, железнодорожные локомотивы, авиационные средства.

Значительный объем потребления природного газа придется на **муниципальный транспорт** и прежде всего пассажирский: автобусы и такси. Вырастет численность парка и потребление метана на коммунальной технике.

Расширение продуктового ряда на заправочных станциях – интеграция КПГ/СПГ на традиционные АЗС – наряду с внедрением полного самообслуживания на газовых заправочных постах, дистанционного мониторинга и радиочастотной идентификации; строительство автоматических газозаправочных комплексов, работающих по безлюдной технологии, – все это **ведущие тенденции развития заправочной инфраструктуры.**

В новом десятилетии **получат дальнейшее развитие** такие секторы газомоторной отрасли, как: производство оборудования для малотоннажного производства, хранения, транспортировки, регазификации СПГ; строительство мощных и особо мощных транспортных средств (не только автомобильных) на СПГ; применение метановодородных топливных смесей и смесей биометана и природного газа; возвращение на рынок газодизельных (включая СПГ) технологий на крупнотоннажном транспорте.

Развитие газозаправочной инфраструктуры невозможно без **строительства новых комплексов** для СПГ, в том числе береговых и сухопутных хабов. Сейчас в мире работает 21 завод СПГ и 62 приемных терминала. В то же время уже находятся в стадии проектирования и 62 завода СПГ и 127 приемных терминалов. В целях развития логистики СПГ получат распространение криоконтейнеры (20- и 40-футовые) для мультимодальных перевозок метана.

Голубые, зеленые, водородные и прочие коридоры (маршруты) получат дальнейшее распространение на всех континентах как **одна из ведущих концепций** развития экологически и экономически эффективных моделей обеспечения энергоэффективной мобильности между экономическими районами.

Е.Н. Пронин

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:24

Color profile: Disabled
Composite Default screen

НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПГ В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

А.А. Ким, М.В. Коротков *(ОАО "Газпром газэнергосеть")*

Внушительные запасы, экономическая привлекательность, уникальные экологические и технологические свойства делают природный газ мировым лидером среди альтернативных источников топлива. В России есть все условия для развития использования сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива. Однако отсутствие единой нормативной базы по СПГ сдерживает этот процесс. Одним из приоритетных направлений деятельности ОАО "Газпром газэнергосеть" является формирование единой нормативной базы в области регулирования применения СПГ.

В настоящее время актуальность перевода российского автопарка на альтернативное топливо продиктована нарастающим дефицитом основных энергоносителей и увеличением цен на традиционные виды нефтяного топлива, а также ужесточением экологических требований к автомобильному транспорту. По оценкам аналитиков, рост цен на нефтяные моторные топлива на территории Российской Федерации за последние пять лет составил в среднем более 100 %. По прогнозам Мирового энергетического агентства, нехватка нефти в 2025 г. будет оцениваться в 14 %, что в несколько раз больше, чем в текущем году.

В условиях российской действительности использование природного газа является наилучшей альтернативой, исходя из того, что запасы природного газа в России составляют 32 % от мировых. С точки зрения экономики использование газового топлива целесообразно в связи с сокращением расходов на покупку топлива в среднем на 40 %. С точки зрения экологии при сжигании газового топлива снижается уровень выбросов парниковых газов в атмосферу более чем на 25 % и образуется в несколько раз меньше вредных компонентов (оксид углерода, оксид азота и др.), чем от нефтяных видов топлива.

В настоящее время в России природный газ в качестве моторного топлива используется в основном в компримированном состоянии для хранения на борту автомобильного транспортного средства. Производство и реализация компримированного природного газа (КПГ) осуществляются на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС). На начало 2011 г. инфраструктура российского рынка производства и реализации КПГ включала 244 АГНКС.

Современные социально-экономические в Российской Федерации создают предпосылки для развития технологий по производству и использованию в качестве моторного топлива СПГ. Сжиженный природный газ – это качественное моторное топливо, обладающее высокой теплотворной способностью и хорошими антидетонационными свойствами. Октановое число у природного газа примерно на 15 % выше, чем у бензина марки АИ-92. СПГ представляет собой криогенную жидкость без цвета и запаха, плотность которой в два раза меньше плотности воды. Температура кипения СПГ, т.е. температура, при которой он начинает испаряться, равна –162 °С.

Главные преимущества технологии СПГ при использовании его на автотранспорте перед технологией КПГ – меньший вес оборудования и увеличенный в несколько раз запас хода автомобиля без дозаправки. Это обусловлено тем, что при сжижении объем СПГ уменьшается в 600 раз, т.е. в одинаковом геометрическом объеме СПГ содержится в 3 раза больше, чем КПГ при давлении в 20 МПа. На практике это означает, что в автомобильном баллоне емкостью 50 л при давлении 20 МПа содержится 10–12 л бензина или дизельного топлива. В криогенном баке той же емкости содержится в 3 раза больше природного газа в сжиженном состоянии и, следовательно, пробег автомобиля на одной заправке увеличивается приблизительно в 3 раза.

Однако развитие использования СПГ в РФ сталкивается с рядом проблем. Одна из основных – отсутствие нормативно-правовой базы, которая регулировала бы в полном объеме технические аспекты проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки и эксплуатации объектов СПГ, а также процессы хранения, транспортировки, реализации и утилизации СПГ с учетом современных технических и требований пожарной безопасности. В качестве наглядного примера можно привести тот факт, что пожарные разрывы, регулирующие расстояние между пожароопасными объектами и другими зданиями и сооружениями, в России значительно больше, чем аналогичные параметры, установленные в странах Европы, где, в частности, строительство АГНКС возможно в нескольких метрах от жилых объектов.

В настоящее время использование природного газа в качестве газомоторного топлива в России регули-

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:25

Color profile: Disabled
Composite Default screen

руется рядом нормативных актов федерального значения. Среди них следует выделить такие, как Постановление Правительства Российской Федерации от 15 января 1993 г. № 31 "О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом". Периодические постановления Федеральной службы по тарифам "Об оптовых ценах на природный газ, используемый в качестве моторного сырья на автогазонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС)", Поручение Президента РФ от 18 октября 2004 г. "О стимулировании широкомасштабного перевода сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо", поручение первого заместителя председателя правительства РФ от 2 ноября 2006 г. "О необходимости развития рынка газомоторного топлива", Указ Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889 "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики", Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. "Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период 2020 года". Вышеупомянутые нормативные документы имеют отношение главным образом к применению только природного газа. Правила и нормы по использованию СПГ однозначно в них не прописаны.

В РФ, согласно Федеральному закону № 184-ФЗ "О техническом регулировании", действует нормативно-правовая база, структура которой включает три основных уровня. Первый уровень – это технические регламенты, принятые и разработанные в соответствии с порядком, установленным ст. 9 Федерального закона "О техническом регулировании". Второй уровень – это национальные стандарты и своды правил, разработанные и утвержденные в соответствии с правилами, установленными ст. 16 Федерального закона "О техническом регулировании". Третий уровень – это стандарты организаций, разработанные и утвержденные в соответствии со ст. 17 Федерального закона "О техническом регулировании".

При рассмотрении указанной структуры нормативно-правовой базы относительно СПГ становится понятно, что в настоящее время в России нормативных актов первого уровня не существует, а имеющиеся документы не относятся к СПГ. Документы второго уровня насчитывают несколько действующих актов, однако они не отвечают современным требованиям. Существующие нормативные акты третьего уровня не в состоянии обеспечить эффективное развитие производства и использования СПГ.

В качестве примера здесь можно привести лишь несколько существующих нормативных документов по СПГ второго и третьего уровня, таких как ПБ 09-566–03 "Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением", ПБ 08-342–00 "Правила безопасности при производстве, хранении и выдаче сжиженного природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов (ГРС МГ) и автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях", ГОСТ 19433–88 "Грузы опасные, классификация и маркировка", ВНТП 51-1–88 "Ведомственные нормы на проектирование установок по производству и хранению сжиженного природного газа, изотермических хранилищ и газозаправочных станций".

В настоящее время нормативные акты не отвечают требованиям технического прогресса, морально устарели, являются разрозненными и поэтому требуют пересмотра. Таким образом, действующая нормативная база не обеспечивает возможности развития газомоторного рынка России в РФ.

В связи с этим ОАО "Газпром газэнергосеть" были подготовлены и направлены в ОАО "Газпром" предложения по разработке следующих нормативных актов: в качестве документа первого уровня (технические регламенты) – нормативный акт "О безопасности объектов использования СПГ"; в качестве документа второго уровня (национальные стандарты и своды правил) – нормативные акты "Проектирование, строительство и эксплуатация объектов СПГ, в том числе в особых условиях. Общие технические требования", "Технические и технологические устройства, материалы для объектов СПГ. Общие технические требования"; "Правила безопасности объектов СПГ". Планируется, что в ближайшее время будут разработаны и приняты национальные стандарты и нормативно-техническая документация по использованию объектов СПГ.

В комплексе с теми нормативными документами, разработка которых была инициирована ОАО "Газпром", такими как "Рекомендации по применению установок малотоннажного производства сжиженного природного газа в газораспределении", "Газораспределительные системы. Проектирование и строительство установок сжиженного природного газа", предложения ОАО "Газпром газэнергосеть", по существу, формируют систему нормативных документов, составляющих основу для принятия технического регламента "О безопасности объектов использования СПГ" (документ первого уровня).

Подводя итоги, нужно отметить, что принятие нормативных актов всех уровней по СПГ будет стимулировать развитие рынка использования СПГ в качестве экологически чистого и экономически эффективного для парка автомобилей Российской Федерации, а также способствовать формированию единой нормативной базы по СПГ, отвечающей всем современным техническим условиям и требованиям пожарной безопасности.

"Газовая промышленность". 2001. № 3.

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:25

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ПО НОРМАМ ЦИВИЛИЗОВАННОГО ОБЩЕСТВА

Вступил в действие новый закон о страховании ответственности владельцев опасных объектов

С 1 января 2012 г. в России вступил в силу Федеральный закон № 225-ФЗ "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте". Он обязывает собственников производственных объектов и гидротехнических сооружений страховать свою гражданскую ответственность за причинение вреда жизни и здоровью или имуществу других лиц в результате аварии.

Необходимость принятия такого нормативного акта назрела в России не только потому, что это является нормой цивилизованного общества уже более 100 лет, но и ввиду того, что действовавшие с 1998 г. ФЗ-116 и ФЗ-117 морально устарели, так как не в полной мере позволяли компенсировать причиненный пострадавшим ущерб. Свое влияние оказал и ряд крупнейших техногенных аварий, произошедших в России за последние несколько лет. Согласно докладам МЧС России, только на устранение последствий ЧП в 2009 г. было потрачено 32,717 млрд руб., в 2010 г. – 61,55 млрд руб. бюджетных средств.

Об особенностях обязательного страхования опасных производств военных объектов, первых результатах и проблемах реализации Закона № 225-ФЗ мы говорили с представителем ОАО "Капитал Страхование" **Юлией Монаховой**.

– Какое количество опасных объектов подлежит страхованию в связи с вступлением в силу Закона ФЗ-225?

– По состоянию на начало 2010 г. в Государственном реестре были зарегистрированы 298 567 опасных производственных объектов (ОПО), эксплуатируемых в составе 124 761 организации. Имеется также 32 750 гидротехнических сооружений (ГТС), среди которых значительное количество бесхозных и незарегистрированных, так как до этого муниципальные органы по различным причинам избегали регистрировать их в соответствующем российском регистре. На данный момент под действие закона подпадают порядка 300 тыс. опасных объектов и 65 тыс. ГТС.

Принятие Закона № 225-ФЗ приведет к повышению качества и к модернизации производства, поскольку уровень безопасности будет определять размер страховой премии. Данный вид страхования – это не только механизм защиты пострадавших, но и способ обеспечения устойчивости национальной промышленности.

– Что изменилось для страхователей и страховщиков начиная с 1 января 2012 г.?

– Сформулированы новые правила работы производственных предприятий и страховых организаций на основании следующих федеральных законов:

№ 225-ФЗ от 27.07.2010 г. "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте";

№ 226-ФЗ от 27.07.2010 г. "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Закона "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте".

В связи с этим был принят ряд постановлений правительства РФ:

- от 3.11.2011 г. № 916 "Об утверждении Правил обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте";

от 1.10.2011 г. № 808 "Об утверждении страховых тарифов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте, их структуры и порядка применения страховщиками при расчете страховой премии".

Указанные федеральные законы и постановления правительства, во-первых, устанавливают обязанность владельца страховать ответственность за причинение вреда в результате аварии опасного промышленного объекта или гидротехнического сооружения. Во-вторых, определяют перечень таких ОПО и ГТС. В-третьих, предписывают осуществлять страхование по установленным страховым суммам (от 10 млн до 6,5 млрд руб. в зависимости от отрасли и типа объекта).

– В чем заключаются особенности страхования по ФЗ-225?

– Для заключения договора обязательного страхования владелец опасного объекта должен направить в страховую организацию заполненное заявление, на основании которого та определяет страховой тариф. Договор вступает в силу со дня уплаты страховой премии или первого страхового взноса.

Установлены убытки, подлежащие возмещению, и размеры выплат при страховом событии, которым может быть:

- вред жизни, здоровью потерпевшего, в том числе работникам страхователя;
- ущерб имуществу;
- вред в результате нарушения условий жизнедеятельности (исходя из понесенных потерпевшим

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

расходов, связанных с переездом к месту временного поселения и обратно, проживанием там, приобретением жизненно важных материальных средств).

Возмещение вреда окружающей природной среде (в отличие от ранее действовавших законов № 116-ФЗ и № 117-ФЗ) в рамках Закона № 225-ФЗ не предусмотрено. Для обеспечения страховой защиты этих рисков ОАО "Капитал Страхование" предлагает своим клиентам оформить договор добровольного страхования ответственности за загрязнение окружающей природной среды.

Установлены требования к страховой компании, которая осуществляет обязательное страхование опасных объектов. Во-первых, она должна иметь лицензию на данный вид деятельности. Во-вторых, она обязана быть членом Национального союза страховщиков ответственности (НССО).

Таким образом, вступление в силу Закона № 225-ФЗ потребовало проведения большой организационной и технической работы – как страхователем, владельцем опасного объекта, так и страховой организацией (еще на этапе, предшествующем непосредственно страхованию).

– Расскажите, пожалуйста, о первых результатах работы в рамках Закона № 225-ФЗ.

– ОАО "Капитал Страхование" уделяло особое внимание процессу подготовки проектов закона, вплоть до его принятия. Это вызвано тем, что компания занимается страхованием объектов предприятий топливно-энергетического комплекса с самого основания – с 1992 г. (ранее ОАО "Страховая компания "ЛУКОЙЛ") – и накопила большой практический опыт страхования объектов нефтедобычи, нефтепереработки и нефтепродуктообеспечения. "Капитал Страхование" на протяжении ряда лет является корпоративным страховщиком предприятий группы "ЛУКОЙЛ"» и осуществляет организацию страховой защиты холдинга и его дочерних обществ от рисков, представляющих угрозу не только бизнесу, но и жизни, и здоровью персонала.

С целью наиболее полного обеспечения защиты интересов группы "ЛУКОЙЛ" руководство ОАО "Капитал Страхование" определило круг лиц, отвечающих за внедрение обязательного страхования опасных объектов на предприятиях холдинга и в других организациях ТЭК в регионах присутствия филиалов компании.

Первыми необходимыми этапами работы стали вступление ОАО "Капитал Страхование" в Национальный союз страховщиков ответственности (НССО) и получение лицензии на право осуществления обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте (Лицензия № 129886).

Также были разработаны методические материалы в соответствии с требованиями закона № 225-ФЗ и положениями Правил обязательного страхования опасных объектов, проведено дистанционное обучение сотрудников филиальной сети, ответственных за реализацию проекта.

Мы организовали ряд "круглых столов", семинаров, а также рабочих встреч с представителями территориальных органов Ростехнадзора, предприятий Группы "ЛУКОЙЛ" и других организаций–владельцев опасных объектов, находящихся в регионах присутствия филиалов ОАО "Капитал Страхование".

В настоящее время идет процесс заключения договоров, сотрудники компании проводят консультации по основным положениям федерального закона, оказывается помощь клиентам в заполнении необходимой документации.

– Какие документы нужны для оформления полиса обязательного страхования, и насколько это удобно для клиента?

– Основными документами являются заявление на страхование и формы представления исходных данных для определения вреда, который может быть причинен в результате аварии, максимально возможного количества потерпевших и уровня безопасности объекта.

Сейчас заполнение заявления и приложения к нему вызывает трудности у клиентов, так как требуется много специфической, сложной для понимания информации. Однако нужно иметь в виду, что эти сведения необходимы страховой компании для оценки уровня безопасности объекта. В конечном счете они позволяют предоставить клиенту обоснованную скидку, размер которой с 1 января 2012 г. может достигать 10 % от базового тарифа, и в последующие годы размер скидки будет увеличиваться. Созданное в нашей компании программное обеспечение дает возможность обрабатывать, сохранять и передавать в НССО данные об объекте, а также распечатывать страховые полисы.

– Какие сложности возникают при определении страхового тарифа?

– Наибольшее затруднение вызывают правильная идентификация и определение группы, к которой относится опасный объект, по отраслевой принадлежности. Это связано с тем, что зачастую его наименование, указанное в заявлении на страхование, отличается от того, что указано в постановлении правительства от 01.10.2011 г. № 808.

– Какие основные изменения внесены в закон по сравнению с нормами ФЗ-116?

– Во-первых, предусматривается возмещение вреда, причиненного работникам страхователя, а также наступившего в результате нарушения жизнедеятельности физического или юридического лица. Во-вторых, увеличены страховые суммы и введено ограни-

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Убытки, подлежащие возмещению, и размеры выплат при страховом событии

Основание для выплаты	Страховая выплата, руб.
Ущерб в результате смерти каждого потерпевшего (кормильца)	2 000 000
Расходы на погребение каждого потерпевшего	До 25 000
Вред здоровью каждого потерпевшего	До 2 000 000
Вред в связи с нарушением условий жизнедеятельности каждого потерпевшего	До 200 000
Вред имуществу каждого потерпевшего – физического лица	До 360 000
Вред имуществу каждого потерпевшего – юридического лица	До 500 000

чение страхового возмещения на одного потерпевшего. В-третьих, расширено значение термина "авария": в него включено и прежнее понятие – "инцидент". В-четвертых, установлены компенсационные выплаты. В-пятых, отныне правила страхования и страховые тарифы утверждаются правительством РФ.

– Как устроено страхование ОПО в других странах?

– За рубежом страхование ответственности при эксплуатации опасного объекта является частью страхования общей ответственности (Public liability) для предприятия, производящего, использующего или эксплуатирующего опасные установки или механизмы. И западные страховщики, помимо прочего, занимаются и данным видом страхования. В этих целях во многих европейских государствах созданы соответствующие страховые пулы.

Практически во всех странах Западной Европы и в США это страхование – добровольное, что обусловлено высоким уровнем ответственности по возмещению вреда, жесткими стандартами промышленной безопасности, крупными издержками по урегулированию убытков по искам за вред жизни, здоровью и имуществу.

Однако можно привести пример Чешской Республики, где есть закон об обязательном страховании предприятий от крупных аварий. Оператор опасного объекта обязан обеспечить наличие страхового полиса в течение всего периода его эксплуатации. При этом страховая сумма (лимит ответственности) законодательно не устанавливается и оценивается независимыми экспертами. Страховой тариф рассчитывает страховая компания, после чего он утверждается соответствующим государственным органом. Также введен штраф в размере 23 тыс. евро за отсутствие полиса.

– Что Вы могли бы посоветовать владельцам опасных объектов?

– Конечно, новый закон вызывает определенные сложности у страхователей, так как нужно провести большой объем работ по формированию новых бизнес-процессов, по сбору всей необходимой для страхования информации. Поэтому мы всегда готовы оказать помощь и проконсультировать по всем возникающим вопросам. Страхователь всегда может обратиться в ОАО "Капитал Страхование" во всех регионах деятельности компании для получения квалифицированной консультации, бесплатно позвонив по единому телефону **8(800)200-4-200**.

"Нефть России". 2012. № 4.

Справка:

Автомобильная газозаправочная станция не имеет статуса ОПО, однако подлежит страхованию в рамках Федерального закона № 225-ФЗ.

В соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 04.04.11 № 168 указанный объект идентифицируется по признаку хранения, транспортирования и использования опасных веществ, а также использования оборудования, работающего под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С.

Страховая сумма по договору обязательного страхования составляет 10 000 000 рублей.

Полянцев Алексей Сергеевич, *директор отраслевого страхования, блок корпоративного страхования, филиал ООО "Росгосстрах" в Москве и Московской области.*

Москва, 121059, Киевская, 7

Тел.: +7(495)783-24-24 (доб. 30-10)

Моб.: +7(916)688-47-35

www.RGG.ru

agzk4.12(1-56).ps
gaz4.12(1-56).vp
6 Ł ° 2012 ª. 15:05:26