



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ЖУРНАЛ № 5 (17) 2010

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГАЗОМОТОРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АФФИЛИРОВАНА
С МЕЖДУНАРОДНЫМ ГАЗОВЫМ
СОЮЗОМ



ОАО «ГАЗПРОМ ГАЗЭНЕРГОСЕТЬ» —
специализированный оператор ОАО «Газпром»
по реализации сжиженных углеводородных
газов, нефтепродуктов и серы на территории РФ

Глава правительства РФ В.В. Путин посетил центр газовой науки

СибАДИ – 80 лет со дня основания

Европейские транспортные коридоры

Газификация московского городского автотранспорта

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Учредитель и издатель
НП «Национальная газомоторная
ассоциация» (НГА)

Периодичность 6 номеров в год

Главный редактор
П.Г. Цыбульский
генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии
Б.В. Будзуляк
председатель Комиссии по использованию
природного и сжиженного нефтяного газа в качестве
моторного топлива, д.т.н.

В.И. Ерохов
профессор «МАМИ», д.т.н.

Н.Е. Игнатьева
заместитель главного редактора

А.А. Ипатов
генеральный директор ФГУП «НАМИ», д.э.н.

Р.З. Кавтарадзе
профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Т.В. Климова
начальник отдела по связям с общественностью и
СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

С.И. Козлов
главный научный сотрудник Центра по использова-
нию газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

В.А. Марков
профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

А.В. Николаенко
ректор «МАМИ», профессор

Ю.В. Панов
профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев
профессор Российского университета дружбы
народов, д.т.н.

Е.Н. Пронин
зам. начальника Управления ОАО «Газпром»,
Председатель совета партнерства НГА

В.Л. Стативко
исполнительный директор НГА, к.т.н.

В.Н. Фатеев
зам. директора РНЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор
О.А. Ершова

Отдел подписки и распространения
В.А. Ионова

Компьютерная верстка
Ф.А. Игнащенко

Адрес редакции:
115304, Москва, ул. Луганская, д. 11, оф. 304.
Тел./факс: (495) 321-50-44, 363-94-17.
E-mail: transport.1@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

Отпечатано с готовых диалозитивов в типографии «ГранПри»,
Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Луговая, д. 7
Номер заказа
Сдано на верстку 02.08.2010 г.
Подписано в печать 15.09.2010 г.
Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.
Печать офсетная, печ. л. 11

При перепечатке материалов ссылка на журнал
«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность инфор-
мации, опубликованной в рекламных материалах.

На обложке:
АГЭС в Мичуринске, Тамбовской обл.

В НОМЕРЕ:

«Автопробег «Голубой коридор» стартует 17 сентября	3
Правительственная комиссия познакомилась с новой газобаллонной техникой	4
В.А. Сальников Юбилей – как осмысление пройденного и осознание перспектив будущего	6
Н.Г. Певнев Эксплуатация автомобилей на альтернативных видах топлива в условиях Сибири: состояние и перспективы	9
Н.Г. Певнев, В.И. Гурдин, М.В. Банкет Регулирование теплообмена в газовом баллоне при эксплуатации ГБА в зимнее время	12
Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина Организация поста слива газа при АТП	15
Правительство Москвы взяло курс на КПП	18
И.Ф. Маленкина, А.А. Пономарева Планирование антикризисных мер в производстве КПП	20
А.Г. Рубан, М. Вошта Европейские энергетические транспортные коридоры в контексте альтернативных топлив	22
Биоэнергетика объединяет предпринимателей Украины и Германии	27
Новости из-за рубежа	28
Е.Н. Пронин Биогазовые и водородные технологии как инструмент повышения экоэффективности транспорта	30
Н.Г. Кириллов, А.Н. Лазарев Использование природного газа – решение экологических проблем отечественного автотранспорта	34
Общие тенденции на рынке альтернативного топлива	40
3-я Международная конференция «Газ в моторах 2010»	41
В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.В. Маркова Использование подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей	42
Г.С. Дугин Применение биоэтанольного топлива на автотранспорте	48
М.Н. Кочетков, Г.С. Савельев Экологические показатели дизеля Д-440 при работе на рапсовом масле	52
В.И. Ерохов, А.М. Ревонченков Применение газового конденсата в качестве моторного топлива	56
А.Г. Гречко, А.И. Новиков Перспективы плавучих заводов по производству СПГ	60
С. Робертсон, Л. Миллер Сжижение природного газа и его регазификация в море	65
С.Ф. Перетрухин, О.Ф. Бризицкий, В.А. Кириллов, Н.А. Кузин, С.И. Козлов Бортовой генератор синтез-газа для ДВС с искровым зажиганием	68
Услуги и оборудование от компании «ФЛИТ КАРДС»	76
А.С. Клементьев, М.Н. Бибикив, Н.М. Филькин, А.В. Меркушев Влияние электронных систем регулирования рабочих процессов автомобильного двигателя на выбросы отработавших газов	78
Студенты МАДИ знакомятся с польским опытом применения газа на транспорте	81
Авторы статей в журнале № 5 (17) 2010 г.	84



'Alternative Fuel Transport' international science and technology journal, No. 5 (17) 2010

Registered with the Federal Service for Supervision in Mass Communications and Cultural Heritage Protection

Printed Matter Registration Certificate No. FS77-30114

Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle Association (NGVRUS)

Published: 6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybul'sky, P.G.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

Chairman of the Commission for Use of Natural and Liquefied Petroleum Gas as Gas-Motor Fuel, Doctor of Engineering

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Ignat'eva, N.E.

Deputy Editor-in-Chief

Ipatov, A.A.

Director General of FGUP NAMI,

Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MG TU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

acting Head of Public and Mass Media Relations Service of Gazprom VNIIGAZ

Kozlov, S.I.

Deputy Director General for Research of Gazprom

VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Markov, V.A.

Professor of N.E. Bauman's MG TU,

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI),

Professor

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), Candidate of Science

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

Deputy Head of Directorate, JSC Gazprom, President,

NGVRUS

Stativko, V.L.

Executive Director, NGVRUS, Candidate of Science

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute, Doctor

of Chemistry

Editor

Ershova, O.A.

Subscription and Distribution Department

Ionova, V.A.

Editorial office address:

304 - 11, Luganskaya str., 115304, Moscow

Tel/fax: (495) 321-50-44, 363-94-17

E-mail: transport.1@ngvrus.ru,

www.ngvrus.ru

Printed from ready direct reversals in GrandPrix printing house,

Yaroslavl oblast, Rybinsk, ul. Lugovaya, 7

Order number

Passed for press on 02.08.2010

Endorsed to be printed on 15.09.2010

Format 60x90 1/8 Circulation 3,000 copies Enamel paper

Offset printing, 11 conditional printed sheets

When copying materials, a reference 'Alternative Fuel Transport' International Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information contained in advertising matter.

On the cover page:

Gas-filling station in Michurinsk,

Tambov region

CONTENTS

V.A. Salnikov

Anniversary – as analysis of the past and comprehension of the future.....6

N.G. Pevnev

Dynamics (changes) of spent researches of process of operation of automobiles in conditions of Siberia on alternative kinds fuel and their results ...9

N.G. Pevnev, V.I. Gurdin, M.V. Banket

Regulation of process of heat exchange in a gas cylinder at operation automobile gas in a winter season 12

N.G. Pevnev, E.R. Raenbagina

Organize post overflow of gas on the motor transportation enterprise 15

I.F. Malenkina, A.A. Ponomareva

Planning of antirecessionary measures in compressed natural gas production 20

A.G. Ruban, Milan Vošta

European energy transport corridors within alternative fuels scope..... 22

News from abroad..... 28

E.N. Pronin

Biomethane and Hydrogen Technologies as an Instrument for Building up Ecoefficiency of Transportation Sector..... 30

N.G. Kirillov, A.N. Lazarev

Natural gas as the decision of environmental problems of domestic motor transport..... 34

V.A. Markov, S.N. Devyanin, V.V. Markova

Utilization of sunflower oil as a fuel for diesel engines 42

G.S. Dugin

Bioethanol fuel application on the automobile transport 48

M.N. Kochetkov, G.S. Saveliev

Experimental data of testing the ecology factor on diesel engine by using rapeseed oil in the capacity of motor fuel 52

V.I. Erokhov, A.M. Revonchenkov

Application of a gas condensate as motor fuel 56

A.G. Grechko, A. I. Novikov

Prospects for Liquid Natural Gas Floating Production Storage and Offloading Systems (LNG FPSO)..... 60

S.F. Peretruchin, O.F. Brizitski, V.A. Kirillov, N.A. Kuzin, S.I. Kozlov

On-board synthesis gas generator for spark vehicle applications 68

A.S. Klementyev, M.N. Bibikov, N.M. Filiikin, A.V. Merkushev

Influence of electronic regulation systems workflow engine ZMZ-4062 GAZ-31105 Volga when converting it to gas fuel 78

Contributors to journal issue No. 5 (17) 2010..... 84





Автопробег «Голубой коридор» стартует 17 сентября

В целях популяризации природного газа как экологически чистого и экономически привлекательного моторного топлива ОАО «Газпром» организовало и провело в 2008 и 2009 гг. два пробега автомобилей, работающих на сжатом природном газе (КПГ) по маршрутам:

Санкт-Петербург – Великий Новгород – Тверь – Москва;

Москва – Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск – Сочи.

Опыт проведения автопробегов показал, что подобные мероприятия привлекают возрастающее внимание общественности. В сравнении с результатами первого пробега, количество публикаций в отечественных и зарубежных печатных, электронных и телевизионных СМИ возросло почти в три раза.

В автопробеге принимала участие отечественная и зарубежная газобал-

лонная автомобильная техника серийного производства. В то же время можно констатировать, что отечественная автомобильная промышленность пока уделяет недостаточно внимания заводу-производителю автомобилей и двигателям, работающих на природном газе, тогда как практически все ведущие автомобильные компании мира предлагают потребителям широкую гамму таких моделей.

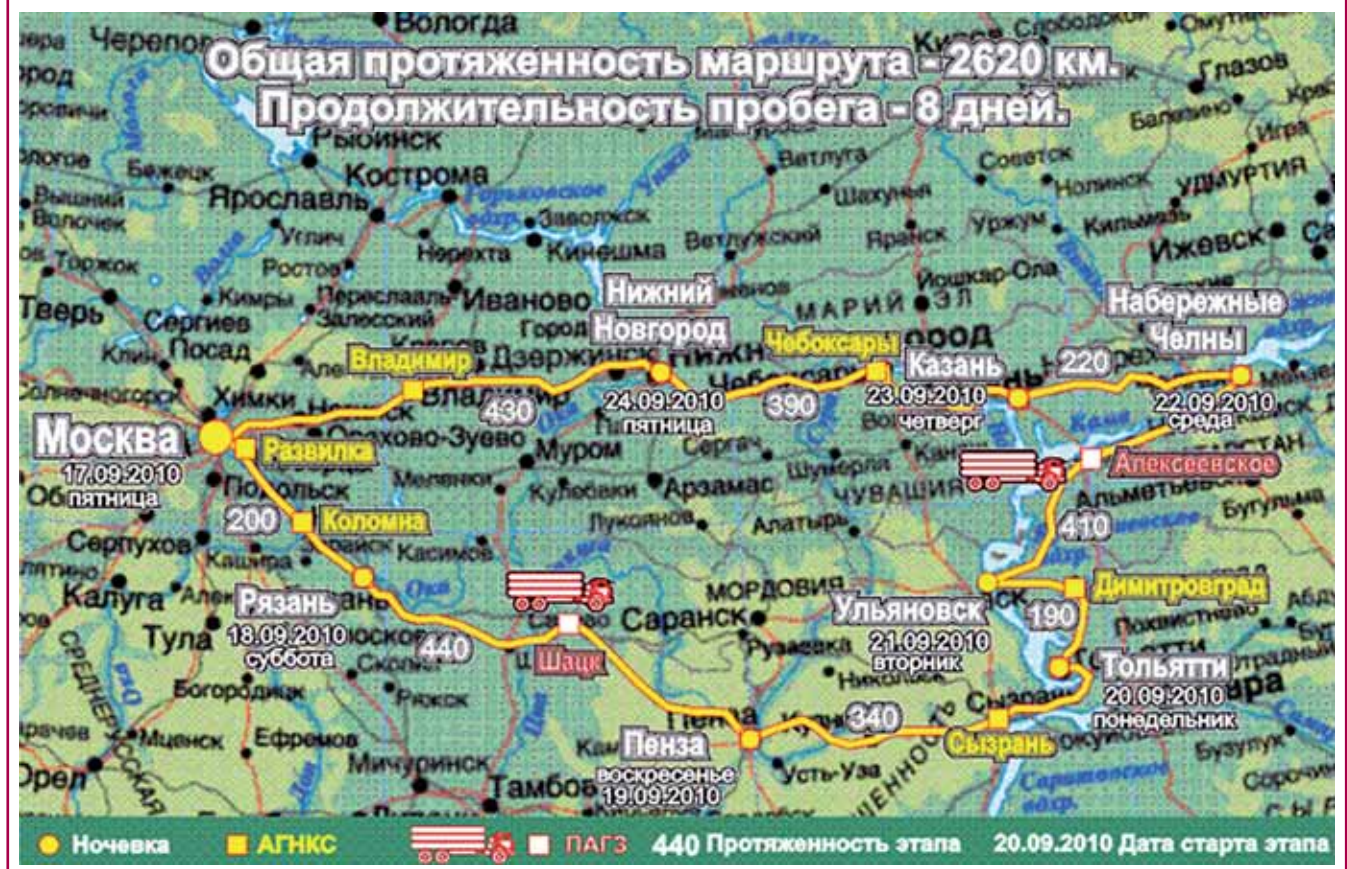
В целях активизации работ по созданию и организации серийного производства отечественной автомобильной техники, работающей на природном газе, ОАО «Газпром» продолжает практику целевых демонстраций метановых автомобилей и в сентябре 2010 г. проводит автопробег с посещением основных автомобильных и двигателестроительных заводов ГАЗ, КамАЗ, ВАЗ, УАЗ.

Маршрут автопробега «Голубой коридор» стартует в Москве и пройдет по следующим городам: Рязань, Пенза, Тольятти, Ульяновск, Набережные Челны, Казань, Нижний Новгород.

Планируемый срок проведения пробега газовых автомобилей с 17 по 24 сентября 2010 г. Общая протяженность маршрута составит свыше 2,6 тыс. км, а его продолжительность – 8 дней. Заправка автомобилей сжатым природным газом будет осуществляться на АГНКС и от передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) дочерних обществ Группы «Газпром».

По маршруту движения, как и в предыдущих пробегах, будут проводиться «круглые столы» с участием представителей органов власти, автотранспортных предприятий, автомобильных заводов и СМИ.

Маршрут автопробега «Голубой коридор - 2010»



Правительственная комиссия познакомилась с новой газобаллонной техникой



Заседание правительственной комиссии в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

газодизельному циклу – дизельное топливо и сжатый природный газ (КПГ), пробег на одной заправке составляет 1280 км.

На выставке газовых автомобилей гостям был представлен и новый вид специального транспортного средства – мусоровоз с задней загрузкой на газобаллонном шасси КАМАЗ 65115(6Ч4). Его пробег на одной заправке составляет 600 км, экологический стандарт соответствует «Евро-4». Такой мусоровоз перевозит 7 т твердых отходов.

Экологическому стандарту «Евро-4» соответствует и дорожная машина на газобаллонном шасси КАМАЗ 65115-30, пробег которой на одной заправке составляет 550 км.

Отдельное внимание руководства комиссии привлек передвижной автомобильный газовый заправщик ПАГЗ ДК МС-080, выполненный на базе шасси КАМАЗ-43118-1812-16 с дожимающим компрессором на борту. Модель сочетает технические характеристики чисто газового автомобиля с параметрами современного передвижного заправочного средства. Этот передвижной газозаправщик также успешно

3 августа 2010 г. на базе научно-исследовательского института природных газов и газовых технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось заседание правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям во главе с премьер-министром Российской Федерации В.В. Путиным. В работе комиссии принял участие временно исполняющий обязанности председателя правления ОАО «Газпром» М.Л. Серeda.

Специально к выездному заседанию правительственной комиссии была приурочена газомоторная экспозиция, с которой высоких гостей познакомил генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», главный редактор журнала «Транспорт на альтернативном топливе» П.Г. Цыбульский. Он особо отметил экологичность и экономическую выгоду применения техники на природном газе, неоднократно подтвержденную на примерах, а также перспективность применения природного газа на транспорте в качестве моторного топлива.

Руководству правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям были представлены серийные газовые автомобили:

- КАМАЗ 54115 (экологический стандарт «Евро-4»), работающий на сжиженном природном газе (СПГ), пробег на одной заправке составляет 450 км;

- КАМАЗ 65117 (экологический стандарт «Евро-3»), работающий по



Правительственная делегация на территории ООО «Газпром ВНИИГАЗ». В первом ряду слева – направо: заместитель председателя правления ОАО «Газпром» М.Л. Серeda, генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский, заместитель председателя правительства РФ С.Б. Иванов, глава правительства РФ В.В. Путин, губернатор Московской обл. Б.В. Громов



В.В. Путин беседует с генеральным директором ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» Д.Д. Гайдтом

показал себя на трассах в автопробегах «Голубой коридор».

Журналистам, освещающим работу правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям, была наглядно продемонстрирована экологичность газобаллонных автомобилей на природном газе: салфетка, закрывшая выхлопную трубу автомобиля, работающего на высоких оборотах, осталась чистой.

Уже несколько лет в разных городах России хорошие эксплуатационные характеристики демонстрируют автобусы ЛиАЗ-5256 на КПГ. На автотранспортном предприятии ООО «Газпром ВНИИГАЗ» два таких автобуса в течение трех лет осуществляют ежедневные пассажирские перевозки. В составе автоколонны на природном газе ЛиАЗ участвовал в двух автопробегах «Голубой коридор» на 1500 и 2500 км.

Трактор МТЗ-82 автопарка ООО «Газпром ВНИИГАЗ», переоборудованный на природный газ, применяется для уборки территории предприятия и прилегающих территории МОП «Развилковское» более 4 лет. С помощью таких тракторов институт ведет благоустройство своей территории и территории пос. Развилка, очищает сельские дороги от снега. При выполнении работы трактор МТЗ-82 расходует 5 м³/ч КПГ.

Наряду с техникой на природном газе на выставке была представлена установка ожижения метана УОМ-17, которая устанавливается и подключается на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) и предназначена для получения сжиженного природного газа.

Технические параметры ПАГЗ

Объем заправляемого газа (40 а/м), м ³	2160
Рабочее давление ПАГЗ, МПа	25
Время заправки ПАГЗ, ч:	
при $p_{вх} = 7$ МПа	4
при $p_{вх} = 3$ МПа	10
Масса полностью снаряженного автомобиля, кг	22 740

Характеристики тягача (КАМАЗ-43118-1812-16)

Топливо	КПГ
Расход КПГ на 100 км, м ³	37
Пробег (на одной заправке), км	600
Объем заправки КПГ, м ³	270,4
Объем двигателя, л	11,76
Мощность двигателя при 2200 мин ⁻¹ , кВт	190
Крутящий момент двигателя при 1300 мин ⁻¹ , Н·м	1078
Экологический стандарт	«Евро-4»



Образцы газобаллонной техники

Юбилей – как осмысление пройденного и осознание перспектив будущего

В.А. Сальников,
ректор, профессор СибАДИ, д-р. пед. наук

Anniversary – as analysis of the past and comprehension of the future

V.A. Salnikov



Принятое 80 лет назад Постановление СНК СССР о создании сети вузов автомобильно-дорожной направленности можно назвать историческим, потому что оно дало путевку в жизнь пяти вузам: Харьковскому, Сибирскому, Московскому, Саратовскому, Ленинградскому, а также не одному десятку вузов смежных отраслей производства. Вероятно, 1930 г. можно считать судьбоносным для системы инженерного образования, создавшей возможности для подготовки квалифицированных инженерных кадров, которые должны были обеспечить опережающие темпы развития транспортного строительства страны, особенно в труднодоступных районах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Первый набор в сентябре 1930 г. составил 250 чел. на две специальности: автомобильный транспорт и дорожное строительство. Для реализации образовательной программы вузу было предоставлено одно из лучших зданий города: город без проблем выделил это здание для выполнения поставленной правительством страны задачи подготовки инженерных кадров.

В штат вуза были приняты шесть преподавателей, тем не менее, было организовано восемь кафедр. Полностью отсутствовала лабораторная база, основными инструментами обучения были доска, мел и несколько десятков книг.

Через пять лет состоялся первый выпуск 140 инженеров-дорожников по специальности «Автомобильные дороги» и 92 инженеров-механиков по специальности «Автомобильный

транспорт». По прошествии длительного периода времени можно с полной уверенностью утверждать – это был подвиг, ставший результатом труда людей, объединенных единой целью и заслуживающих теплых слов благодарности.

Наряду с подготовкой кадров началось становление научных школ СибАДИ. Это был действительно трудный путь, создавались ячейки и советы по развитию научно-исследовательской работы. С 1933 по 1936 г. было подготовлено и издано четыре выпуска «Сборника научно-исследовательских работ» по проблемам автомобильного транспорта и дорожного строительства. В 30-е гг. прошлого века под руководством Г.И. Эдельсона, заведующего кафедрой «Автомобили и тракторы», был спроектирован газогенераторный двигатель, работающий на твердом дешевом топливе. Работа выполнялась по заданию Уфимского моторного завода. Заведующий кафедрой «Ремонт и эксплуатация автомобилей» А.А. Кейль совместно с аспирантом П.А. Каргополовым разработали методы ремонта автомобильных двигателей с помощью сварки.

Считаю необходимым назвать поименно тех, кто стоял у истоков создания и развития вуза, – это профессор Э.Г. Апринг, преподаватели Л.Я. Кулагин, М.Н. Кудрявцев, М.И. Киселев, М.Н. Ивановский, Г.И. Эйдельсон, К.Н. Саввор, В.А. Кабанов, А.И. Втюрин, Г.К. Бутовский, А. Дробышев и многие-многие другие, которым мы обязаны своим сегодняшним положением.

Конечно, нельзя не отдать должное первому ректору Н.Г. Гладкову, возглавлявшему вуз с 1930 по 1932 гг., и его последователям К.Ф. Кошенову, Э.Г. Гарштейну, К.А. Лебедеву и Ф.М. Дробышеву, поэтапно работавшим ректорами с 1932 по 1941 гг.

В 1941 г. в связи с нападением фашистской Германии было мобилизовано 153 человека, всего из СибАДИ ушло на фронт 289 человек. И это несмотря на то, что постановлением СНК № 1241-3730 от 14 ноября 1943 г. СибАДИ был включен в число важнейших промышленно-транспортных высших учебных заведений, предусмотренных пунктом «А», студенты-выпускники которого освобождались от призыва.

В 1945 г. был осуществлен первый послевоенный выпуск инженеров. Он был самым маленьким: 27 дорожников и 32 автомеханика, при этом большинство из них были девушки.

Среди преданных своему делу преподавателей тех лет, внесших наибольший вклад в восстановление и развитие вуза, следует отметить профессоров К.Х. Толмачева, К.А. Артемьева и Т.В. Алексеева, доцентов А.С. Ростовцева, А.К. Гаврилова, М.А. Петрова, Е.В. Рождественского, Е.В. Гнатюка, Н.А. Ульянова, Ф.М. Дробышева, преподавателей С.Л. Сошко, Г.К. Кузнецова, Ю.И. Шильникова.

В пятидесятые годы началось второе освоение Сибири и Дальнего Востока. В целях реализации этой задачи вузом был увеличен набор на специальность «Автомобильные дороги» на дорожно-строительном факультете. Затем на этом факультете была открыта специальность

«Мосты и тоннели» и образована кафедра. Позже в институте создается новый факультет «Промышленное и гражданское строительство, на котором появляются новые специальности «Городское строительство и хозяйство», «Экономика и управление на предприятии (строительство)».

Возрастание роли и значимости в современном строительстве вопросов проектирования, управления недвижимостью, эксплуатации систем инженерного оборудования зданий, их модернизации и реконструкции вызвало необходимость подготовки специалистов по новым специальностям. Открытые в начале 2000-х гг. три специальности «Проектирование зданий», «Экспертиза и управление недвижимостью», «Теплогазоснабжение и вентиляция» стали основой образования Инженерно-строительного института (ИСИ).

В 1962 г. был образован факультет «Дорожные машины» в результате разделения механического факультета на два новых – «Автомобильный транспорт» и «Дорожные машины». В течение 35 лет факультет базировался на одной специальности широкого профиля «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование». С 1997 г. здесь была открыта специальность «Сервис и техническая эксплуатация

транспортных и технологических машин», а в последующем специальности «Механизация и автоматизация строительства», «Автоматизация технологических процессов производства». Неоценимую роль в развитии факультета сыграл профессор А.И. Анохин, подготовивший 15 кандидатов наук, многие из которых впоследствии защитили докторские диссертации. Это И.П. Керов, А.И. Недорезов, В.А. Артемьев, Н.А. Ульянов, Т.В. Алексеева, В.Ф. Владимиров, В.Ф. Амельченко, В.Б. Тарасов, В.Б. Пермяков, Ю.М. Княжев, В.А. Борисенко, Ю.Ф. Устинов и др.

Факультет гордится своими выпускниками – известными специалистами своего дела.

В 1980 г. по инициативе ректора Е.В. Гнатюка был организован инженерно-экономический факультет. В мае 1999 г. институту СибАДИ присвоен статус академии с сохранением аббревиатуры СибАДИ. В 2001 г. в академии открыт факультет «Информационные системы в управлении».

Сегодня Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия – это учебный, научно-исследовательский и производственный комплекс по подготовке профессионалов разных профилей: инженеров, механиков, строителей, экономистов, менеджеров. Все выпускники получают не только достаточные знания, но и приобретают



Здание Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии

профессиональные навыки еще во время обучения. Они востребованы во многих уголках нашей страны. Многие работают в Сибири, на Дальнем Востоке, Крайнем Севере. Подготовкой специалистов занимаются 65 докторов наук и более 300 кандидатов наук. Академия размещается в четырех учебно-лабораторных корпусах, где имеются учебные аудитории, научно-исследовательские лаборатории. Все они оснащены оборудованием и аппаратурой. Библиотечный фонд составляет более 740 тыс. томов.

Руководством академии проводится большая работа по реорганизации учебного процесса и формированию двухуровневой системы обучения (бакалавр, магистр). Сегодня по программам третьего поколения (бакалавриат) обучается около 30% студентов. Функционирует магистратура по пяти направлениям. Подготовка специалистов через аспирантуру осуществляется по 29 специальностям и по пяти специальностям докторантуры. Работают пять докторских советов по шести специальностям. Большое внимание уделяется развитию внутривузовской системы менеджмента качества (СМК).

В последнее время более активно развиваются международные связи как на студенческом, так и на преподавательском уровне. СибАДИ сотрудничает с Дрезденским техническим университетом (факультет транспорта), с Федеральным научно-исследовательским институтом дорожного хозяйства в г. Басте и строительным университетом г. Веймара (Германия). На уровне обмена студентами налажены связи с Ланкаширским университетом в Великобритании. Более плодотворные связи налажены с университетами стран СНГ.

Среди выпускников Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии – министры, генералы, ответственные руководители предприятий и НИИ, известные ученые. Особого внимания заслуживают

выпускники, ставшие гордостью академии: Б.С. Самарин, возглавлявший трест «Башкирспецстрой», Герой социалистического труда; Л.Б. Гончаров, долгие годы руководивший Минавтодором Казахстана; А.И. Блум – выпускник тяжелого 1942 г., министр коммунального хозяйства Эстонии; выпускник тех незабываемых лет В.В. Перцев – заместитель генерального директора КамАЗа, Герой социалистического труда; Ю.В. Юшков, руководитель треста «Тюменьдорстрой». Огромный вклад в строительство комплекса Омской области внес выпускник 1972 г., Герой социалистического труда Э.Ф. Каминский. Филиппенко А.В., губернатор Ханты-Мансийского автономного округа, Лаптев И.Д., доктор философских наук, главный редактор газеты «Известия», депутат Верховного Совета СССР, Председатель палаты Совета Союза – также наши выпускники.

Сегодня Сибирская автомобильно-дорожная академия выпускает ежегодно более 1,5 тыс. молодых специалистов по 29 специальностям. Колоссальные изменения коснулись организации научной деятельности и послевузовского образования.

Научно-исследовательская и инновационная деятельность осуществляется согласно принятой комплексной программе развития ГОУ «СибАДИ» на период 2006-2010 гг. Объем финансирования научных исследований академии составляет 80-100 млн руб. Эти исследования выполняются по государственным контрактам, заданиям Министерства образования и науки, по оборонной и инновационной тематикам, по приоритетным направлениям науки и техники и хоздоговорам.

НИОКР, связанные с транспортной тематикой, проводятся в основном по следующим научным направлениям:

■ Транспортные системы городов и регионов (Э.А. Сафронов, Л.В. Эйхлер);

■ Надежность и долговечность машин и оборудования на транспорте

и в машиностроении (Ю.К. Машков, В.В. Сыркин, А.С. Ненишев);

■ Повышение эксплуатационных показателей автомобилей и двигателей внутреннего сгорания при использовании альтернативных топлив (Н.Г. Певнев);

■ Ресурсосберегающие технологии в строительстве и производстве строительных материалов и изделий (В.С. Прокопец, И.Л. Чулкова);

■ Энергоэффективные процессы в строительстве (А.М. Завьялов).

Также ведутся обширные научно-исследовательские работы по другим профильным тематикам академии.

На всех факультетах работают студенческие научные кружки, творческие группы по реализации научно-инновационных проектов, 60 студентам присвоен статус «Студент-исследователь».

С учетом особой потребности в высшем инженерном образовании в регионах Крайнего Севера на рубеже XX-XXI вв. со стороны СибАДИ были предприняты определенные шаги в организации филиалов в Ханты-Мансийске, Сургуте, Нижневартовске. Впоследствии на базе Ханты-Мансийского филиала и ряда других филиалов был образован Югорский университет. В 2006 г. начал работать Уфимский филиал СибАДИ.

В академии созданы определенные условия для организации и развития внеучебной, досуговой и спортивной деятельности.

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия – это динамично развивающийся вуз, имеющий устойчивое общественное признание. Ее потенциал позволяет адекватно реагировать на социально-экономические изменения, удовлетворять потребности региона и страны в высококлассных специалистах. За годы своего существования академия подготовила более 60 тыс. высококвалифицированных специалистов, которые работали и работают в пределах СНГ, а многие – в дальнем зарубежье.

Эксплуатация автомобилей на альтернативных видах топлива в условиях Сибири: состояние и перспективы

Н.Г. Певнев, зав. кафедрой, профессор СибАДИ, д.т.н.

Ключевые слова: газобаллонный автомобиль, сжиженный углеводородный газ, научно-исследовательская работа, диссертация, автотранспортное предприятие, экономический эффект.



Dynamics (changes) of spent researches of process of operation of automobiles in conditions of Siberia on alternative kinds fuel and their results

N.G. Pevnev

Keywords: the gas automobile, liquefied petroleum gas, scientifically-research job, dissertation, motor transportation enterprise, economic benefit.



Н.Г. Певнев,
зав. кафедрой, профессор СибАДИ, д.т.н.:

В статье приводятся виды проводимых исследований по совершенствованию процесса эксплуатации газобаллонных автомобилей в условиях Сибири за период с 1970 по 2010 гг. и результаты этих исследований.

In clause the kinds of spent researches on perfection of process of operation the gas of automobiles in conditions of Siberia for the period with 1970 on 2010 are resulted and results of their researches.

В г. Омске сжиженный углеводородный газ (СУГ) стали использовать в качестве топлива для ДВС на автомобилях-газовозах типа АЦЖГ-6,0, начиная с 1970 г. Первые четыре газоваза были переоборудованы сотрудниками СибАДИ в транспортном цехе ПО «Сибгазификация» по технической документации, разработанной в институте (Научно-технический отчет по теме № 447 1970 г., ответственный исполнитель аспирант Н.Г. Певнев). Затем такие работы были выполнены в транспортном цехе «Омскоблгаз», на территории которого была построена первая автомобильная газозаправочная станция (АГЗС). В транспортном цехе «Омскоблгаза» был произведен полный технологический комплекс работ по переоборудованию автомобилей в газобаллонные, заправке,

хранению и техническому обслуживанию. Все эти мероприятия осуществлялись на основе научно-исследовательских хозяйственных работ № 847, 1192 в 1972-1976 гг.

В транспортном цехе ПО «Сибгазификация» был создан технологический комплекс для обслуживания газобаллонного оборудования автомобилей и контрольных проверок емкостей (цистерн) автогазовозов, запорно-предохранительной арматуры, сливных и наполнительных рукавов (Научно-технический отчет № 764, СибАДИ, 1977 г.), а также выполнены исследования по совершенствованию узлов системы питания двигателя сжиженным газом.

Внедрение в практику эксплуатации предложенных вариантов модернизации существующих систем

питания ДВС газом путем включения оригинальных узлов, в частности, испарителя сжиженного газа для двигателя ЗИЛ-130, дозирующе-экономайзерного устройства, позволяющего снизить токсичность отработавших газов на переходных режимах и режимах холостого хода, комбинированного карбюратора-смесителя для обеспечения работоспособности двигателя в условиях высокогорья (ПО «Таджикгазификация»), показали положительные результаты. Так, в 1975 г. автомобиль-газовоз АЦЖГ-5,8 на шасси Зил-130 с разработанной схемой питания демонстрировался на ВДНХ СССР и был удостоен золотой, серебряной и трех бронзовых медалей ВДНХ СССР.

Освидетельствование газовых автомобильных баллонов осуществлялось на специализированном участке

ТПО «Омскавтотранс», выполненном по техническому проекту СибАДИ (Научно-технический отчет № 198 1985 г.).

В 1986 г. было опубликовано Постановление правительства РСФСР о замещении жидкого топлива сжиженным пропан-бутановым газом. Министерства и ведомства разрабатывали программы по его исполнению. Так, МЖКХ РСФСР объявило конкурс на лучший вариант переоборудования спецавтомобилей ЖКХ для использования сжиженного пропан-бутанового газа. Образец, предложенный специалистами СибАДИ, был принят за основу и рекомендован к внедрению. Для выполнения программы работ при институте был организован арендный научно-производственный участок газобаллонной аппаратуры при СибАДИ (АНПУ ГБА) с самостоятельным балансом, подотчетным институту. Руководителем арендного участка был назначен доцент Н.Г. Певнев.

В результате выполнения этой программы была разработана, испытана и пущена в производство газобаллонная установка СибАДИ-РЗАА для питания двигателей грузовых автомобилей ЗИЛ, ГАЗ сжиженным газом с использованием бытовых баллонов (ГОСТ 15860–84). Акт приемки опытного образца от 21.03.1988 г. был утвержден приказом Минжилкомхоза РСФСР от 12.04.1988 г. №100.

В июне 1988 г. в Омске на базе Омского областного управления ЖКХ и СибАДИ была проведена республиканская научно-практическая конференция по эксплуатации газобаллонных автомобилей МЖКХ РСФСР, на которой был одобрен опыт использования газового топлива на специализированном транспорте ЖКХ и рекомендован к внедрению во всех управлениях и ведомствах МЖКХ РСФСР.

Опыт использования газового топлива на автотранспортных предприятиях жилищно-коммунального хозяйства Омского облисполкома в ноябре 1988 г. был одобрен коллегией МЖКХ РСФСР. Министерством было установлено задание СибАДИ ежегодно на договорных условиях

изготавливать 2 тыс. комплектов газобаллонной аппаратуры для переоборудования автомобилей с бензиновыми двигателями на СУГ в условиях предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

Оригинальность предложенного комплекта газобаллонного оборудования СибАДИ заключалась в том, что с учетом специфики работ автотранспорта жилищно-коммунального хозяйства (небольшие суточные пробеги) были использованы 50-литровые газовые баллоны по ГОСТ 15860–84 с изменением запорно-предохранительной арматуры. Это позволило с небольшими затратами решить проблему перевода коммунального автотранспорта с жидкого топлива (бензина) на СУГ.

По результатам выполненных работ была опубликована монография авторов А.К. Гаврилова, Н.Г. Певнева, Л.Н. Бухарова «Газобаллонное оборудование автомобилей» (М.: Недра, 1991 – 144 с).

Комплекты газобаллонного оборудования для работы автомобилей на СУГ широко использовались во многих регионах страны – от Владивостока до Мурманска. Начиная с 1988 г. СибАДИ совместно с предприятиями Управления жилищно-коммунального хозяйства Омска переоборудовали более 1 тыс. автомобилей и изготовили более 10 тыс. комплектов, которые были отправлены в территориально-производственные объединения жилищно-коммунального хозяйства РСФСР.

Решением Минавтотранса РСФСР от 01.09.1988 г. СибАДИ был утвержден в качестве базового центра по подготовке специалистов автотранспортных предприятий, связанных с переоборудованием автомобилей с бензиновыми двигателями на СУГ и эксплуатацией их в различных регионах страны. При СибАДИ функционировал факультет повышения квалификации ИТР Минавтотранса. Кроме того, СибАДИ оказывал методическую помощь АТП по переоборудованию автомобилей с бензиновыми двигателями на СУГ и правилам их безопасной эксплуатации.

Значительным этапом в области совершенствования процесса эксплуатации газобаллонных автомобилей следует считать проведенные фундаментальные исследования по гранту № 1.2.97Ф, выигранному СибАДИ по Министерству общего и профессионального образования РФ в 1997 г. По проведенным исследованиям защищены три кандидатские диссертации (В.И. Рудских, А.П. Жигадло, А.В. Трофимов) и выполнены конструкторские разработки по газобаллонной аппаратуре для легковых автомобилей.

В 2000 г. комплект ГБО СибАДИ для легковых автомобилей категории М1 (ВАЗ, АЗЛК), изготовленный на предприятиях военно-промышленного комплекса Омска, прошел испытания на Волжском автомобильном заводе (г. Тольятти) и получил сертификат соответствия сроком на три года.

В течение 2001-2002 гг. комплект был доработан и после дополнительных испытаний в марте 2002 г. на него был получен сертификат соответствия для автомобилей категории М2 (микроавтобусы «Газель») семейства ГАЗ.

Многие узлы комплекта газобаллонного оборудования, разработанные в СибАДИ, выполнены на уровне изобретений и защищены авторскими свидетельствами СССР и РФ: № 58949 от 28.09.1977 г.; № 1268778 от 08.07.1986 г.; № 1390422 от 22.12.1987 г.; № 166845 от 14.04.1988 г.; патент РФ № 2094641 от 21.10.1997 г.; патент РФ № 2131990 от 16.07.1999 г.; патент РФ № 2211360 от 27.08.2003 г.

Дальнейшие исследования были посвящены установлению закономерностей взаимного влияния бензиновой и газовой систем питания при работе двигателя по универсальной схеме (бензин или газ), разработке методов повышения эффективности эксплуатации ГБА в условиях низких температур, корректировке нормативов технических воздействий на двухтопливную систему питания и мероприятиям по повышению безопасной эксплуатации газобаллонных автомобилей. По материалам этих исследований были защищены кандидатские

Экономический эффект от внедрения результатов исследований

Этапы реализации научных исследований	Внедрение результатов исследования	Оценка экономического эффекта
1977-1986	Замещение бензина газовым топливом на автомобилях типа АЦЖГ-6,0	Экономия бензина на один автомобиль составила 6326 л/г. Эксплуатация 515 автомобилей-газовозов высвободила около 3 млн. л/год бензина
1986-1993	Замещение бензина СУГ на технологическом автотранспорте в системе Министерства ЖКХ РФ	Поставка ЖКХ РСФСР 10 тыс. комплектов ГБО при расходе бензина 50 л/сут. на автомобиль позволила заменить газом 500 тыс. л бензина. Для Омска эта цифра составила около 60 тыс. л/сут.
1993-1997	Организация предприятий по переоборудованию легковых автомобилей. Подготовка специалистов для переоборудования автомобилей в газобаллонные и их обслуживание	Создание в Омске дополнительно 600 рабочих мест для неработающего населения
1997 – по настоящее время	Использование газобаллонного оборудования «ГБА 2 СибАДИ» на автомобилях марки ГАЗ-322132, осуществляющих перевозку пассажиров Омска	При двухсменной работе одного автомобиля ГАЗ-322132 на ГСН замещается 80 л/сут. бензина. В Омске около 4 тыс. автомобилей марки ГАЗ-322132 занято в сфере пассажирских перевозок, что позволяет экономить более 30 тыс. л/сут. бензина
2000 – по настоящее время	Замещение бензина газовым топливом на автомобилях с двигателями, оборудованными системой впрыска топлива	Экономия 3 тыс. л/год бензина на один автомобиль

диссертации (Р.М. Темирбаев, И.П. Залознов, В.А. Лисин 2004-2005 гг.).

Обобщающим результатом работ по совершенствованию процесса эксплуатации газобаллонных автомобилей была защита докторской диссертации Н.Г. Певневым в январе 2005 г.

Жизнь потребовала проведения исследований по комбинированию топлив в системе питания двигателя (бензин+газ). По результатам этих исследований подготовлены и защищены две кандидатские диссертации (А.П. Елгин, М.Г. Левашов). Кроме того, эксплуатация ГБА в условиях Сибири требует разработки кардинальных мер по обеспечению работоспособности газобаллонных автомобилей в зимнее время года. Этим вопросам в настоящее время посвящены исследования аспирантов М.В. Банкета, Э.Р. Раенбагиной. Результаты их исследований публикуются в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» и будут внедряться на предприятиях Омска.

Многолетний опыт эксплуатации ГБА с бензиновыми двигателями подтверждает целесообразность переоборудования автомобилей на СУГ. В настоящее время в Омске эксплуатируется более 35 тыс. автомобилей с бензиновыми двигателями, работающих на СУГ. Это автомобили для

перевозки пассажиров, обслуживания объектов жилищно-коммунального хозяйства, доставки продовольственных и промышленных товаров, в том числе и автомобили индивидуальных владельцев.

Экономический эффект от внедрения исследований, связанных с использованием СУГ на автомобильном транспорте, представлен в таблице.

В настоящее время научный коллектив кафедры проводит исследования по применению водородосодержащей добавки (синтез-газа) к основному газовому топливу (один из вариантов комбинирования топлив). Это перспективное направление исследований выполняется совместно с Институтом катализа Г.К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск). Внедрение этих разработок сулит получение чистого выхлопа двигателя, удовлетворяющего требованиям «Евро-4», да еще экономии основного топлива до 15-20% на режимах частичных нагрузок и холостого хода. Эта перспективная работа требует огромных усилий, сосредоточения научных и финансовых ресурсов.

Особое значение для учебного процесса имеют проводимые на кафедре исследования. На кафедре постоянно совместно с преподавателями и аспирантами студенты

принимают участие в выполнении хозяйственных работ и работают на малых предприятиях, организованных при кафедре. Результаты работ отражаются в курсовых и дипломных проектах. От 10 до 20% студентов от общего числа выпускников выбирают темами дипломных проектов использование газового топлива на АТ, раскрывая в проектах весь спектр проблем и предлагая свои варианты их решения. Такие проекты на проводимых зональных и республиканских смотрах занимают призовые места. Необходимо отметить, что все упомянутые выше аспиранты вышли из студенческой научной среды либо работают на предприятиях кафедры.

В учебный план по специальности 190601.65 «Автомобили и автомобильное хозяйство» в разделе специальных дисциплин введена дисциплина «Особенности эксплуатации газобаллонных автомобилей в условиях Сибири». Это 42 ч лекционного материала и 16 ч лабораторных работ на пятом курсе. Здесь будущие специалисты познают все тонкости обращения с газобаллонными автомобилями и газобаллонной аппаратурой. Многие из числа выпускников успешно ведут собственный бизнес по оказанию услуг, связанных с эксплуатацией газобаллонных автомобилей.

Регулирование теплообмена в газовом баллоне при эксплуатации ГБА в зимнее время

Н.Г. Певнев, профессор, зав. кафедрой СибАДИ, д.т.н.,
В.И. Гурдин, профессор СибАДИ, д.т.н.,
М.В. Банкет, аспирант СибАДИ

Ключевые слова: газобаллонный автомобиль (ГБА), автомобильный газовый баллон, сжиженный углеводородный газ (СУГ), трубчатый электронагреватель (ТЭН), температура окружающего воздуха, тепловой поток, теплоизоляция.



Regulation of process of heat exchange in a gas cylinder at operation automobile gas in a winter season

N.G. Pevnev, V.I. Gurdin, M.V. Banket

Keywords: the gas automobile, automobile gas cylinder, liquefied petroleum gas, tubular electroheater, temperature of air, thermal flow, thermal protection.



М.В. Банкет,
аспирант СибАДИ:

В работе проведены исследования регулирования теплообмена подогревом СУГ и использованием теплоизоляционного материала с защитным кожухом для сохранения теплоты, а также даны рекомендации по выбору теплоизоляции.

In job the researches of regulation of process of heat exchange heating gas and performance of measures on preservation of heat by installation thermal protection with protective shroud, and also the recommendations at a choice thermal protection are given.

В регионах с развитой инфраструктурой для СУГ на автомобильном транспорте его применение в качестве альтернативного моторного топлива считается перспективным, однако, при эксплуатации газобаллонных автомобилей при отрицательных температурах окружающего воздуха возникает ряд проблем [1], которые особенно очевидны в таких регионах как Западная, Восточная Сибирь и Урал. С учетом продолжительности зимнего периода, например, в Омске и Омской обл., использование газового топлива на автомобиле становится проблематичным в течение 3-4 мес., что приводит к увеличению эксплуатационных затрат на топливо в результате использования дорогостоящего бензина.

Минимальная температура, при которой соблюдаются требования к

работе впрысковой системы питания двигателя (ГОСТ Р 52087–2003), на пропане автомобильном (ПА) составляет -20°C , а на пропан-бутане автомобильном (ПБА) -5°C . На АГЗС автомобили заправляются, как правило, ПБА, а не ПА [1].

По данным Омского Гидрометеоцентра, в течение полугода температура опускалась ниже -5°C , а в течение трех месяцев в году – ниже -20°C .

В зависимости от температуры воздуха и места расположения газового баллона на ГБА температура СУГ в баллоне в зимнее время года будет различна.

Рассмотрим возможные места установки газовых баллонов на ГБА и зависимость от этого температуры СУГ в баллоне:

1. В салоне легкового автомобиля – температура СУГ выше температуры окружающего воздуха.

2. В нише кузова легкового автомобиля под запасным колесом – температура СУГ примерно равна температуре окружающего воздуха.

3. На раме грузового автомобиля – температура СУГ ниже температуры окружающего воздуха (влияние скорости ветра).

4. Между лонжеронами рамы микроавтобуса – температура СУГ ниже температуры окружающего воздуха (влияние скорости ветра).

Для уменьшения воздействия температуры окружающего воздуха на температуру СУГ, а значит и на давление насыщенных паров газа в газовом баллоне предлагается регулировать процесс теплообмена в баллоне в зимних условиях эксплуатации за счет подогрева жидкой фазы газа и теплоизоляции автомобильного газового баллона [1]. Применять теплоизоляционный материал для газового

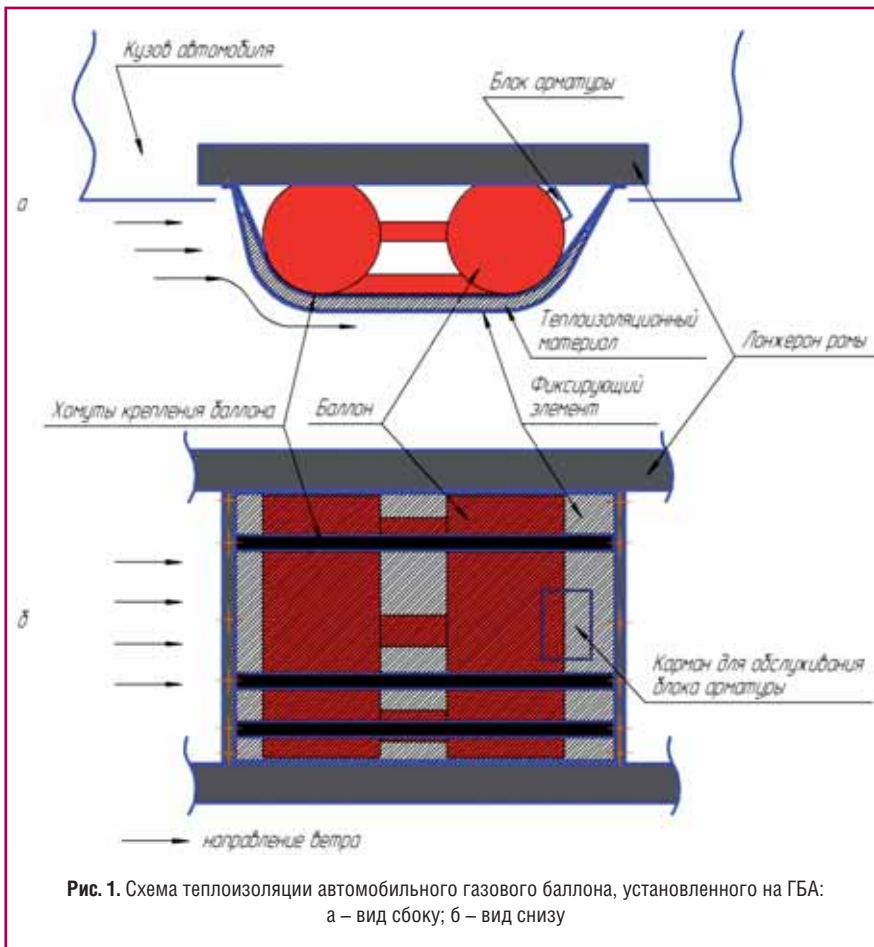


Рис. 1. Схема теплоизоляции автомобильного газового баллона, установленного на ГБА: а – вид сбоку; б – вид снизу

баллона планируется для тех ГБА, у которых баллон установлен на раме или между лонжеронами рамы, поскольку в этом случае происходит непосредственный контакт окружающего воздуха с корпусом баллона. Для условий эксплуатации – это худший вариант сохранения теплоты.

Необходимо заметить, что в эксплуатации находятся преимущественно микроавтобусы, использующие газовое топливо, вследствие чего применение теплоизоляции становится актуальным. Теплоизоляция автомобильного газового баллона достигается с помощью теплоизоляционного

материала, плотно прилегающего к корпусу баллона, закрепленного с помощью фиксирующего элемента (рис. 1).

На практике теплоизоляционные материалы (таблица) принято делить на три вида (по типу основного исходного сырья): органические, неорганические, смешанные [2].

Приведенные теплоизоляционные материалы, кроме войлока, применяются в строительстве и требуют исключить механические воздействия, так как они легко разрушаются. Следовательно, представленные материалы не могут применяться в условиях

эксплуатации ГБА. Для рассматриваемых условий наиболее подходящим является натуральный шерстяной войлок, закрытый сверху брезентом. Такие устройства традиционно использовались для уменьшения теплотерь на радиаторах системы охлаждения отечественных автомобилей.

Блок-схема влияния внешних факторов на работу ГБА с учетом предложенного ранее метода поддержания давления СУГ [1] представлена в [3].

Предлагаемый метод поддержания давления газа в автомобильном газовом баллоне будет воздействовать на физические свойства СУГ, увеличивая температуру и давление насыщенных паров газа, тем самым повышая надежность ГБА при эксплуатации его на СУГ в зимнее время и уменьшая затраты на топливо.

Для расчета регулирования процесса теплообмена предлагается математическая модель газобаллонного автомобиля (рис. 2).

Для нахождения зависимости изменения давления СУГ в газовом баллоне от количества теплоты, искусственно подаваемой $Q_{ТЭН}$ и естественно поглощаемой q , необходимо рассчитать суммарный тепловой поток, проходящий от ТЭН через газовый баллон с СУГ в окружающую среду.

Для этого необходимо задать граничные условия:

- состав смеси 50% пропана, 50% бутана;
- стандартный автомобильный газовый баллон $V_{бал} = 50$ л;
- объем СУГ в баллоне: $V_{СУГ} = 40$ л;
- необходимое давление в газовом баллоне: $P_{н.ф.} = 0,3$ МПа;
- температура окружающего воздуха: $-40 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_{воз} \leq 14 \text{ }^\circ\text{C}$;
- место установки газового баллона на автомобиле – между лонжеронами рамы.

Суммарный тепловой поток (Дж), исходящий от ТЭН через газовый баллон с СУГ в окружающую среду (рис. 3), составит:

$$\sum Q_1 = Q_{н.} + Q_{г.} + Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64}. \quad (1)$$

При расчетах принято, что $Q_{62} \approx Q_{64}$, $Q_{61} \approx Q_{63}$.

Расчет тепловых потоков в формуле (1) проводится согласно уравнению Фурье [4, 5].

Теплопроводность теплоизоляционных материалов при температуре 25±5 °С

Теплоизоляционный материал	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Температура применения, °С
Экструдированный пенополистирол	0,028	-50 ÷ 75
Пенополиуретан	0,035	-200 ÷ 100
Минеральная вата	0,043	-180 ÷ 400
Пенофол	0,037	-60 ÷ 100
Асбестовый картон	0,157	-90 ÷ 500
Натуральный шерстяной войлок	0,045	-60 ÷ 550

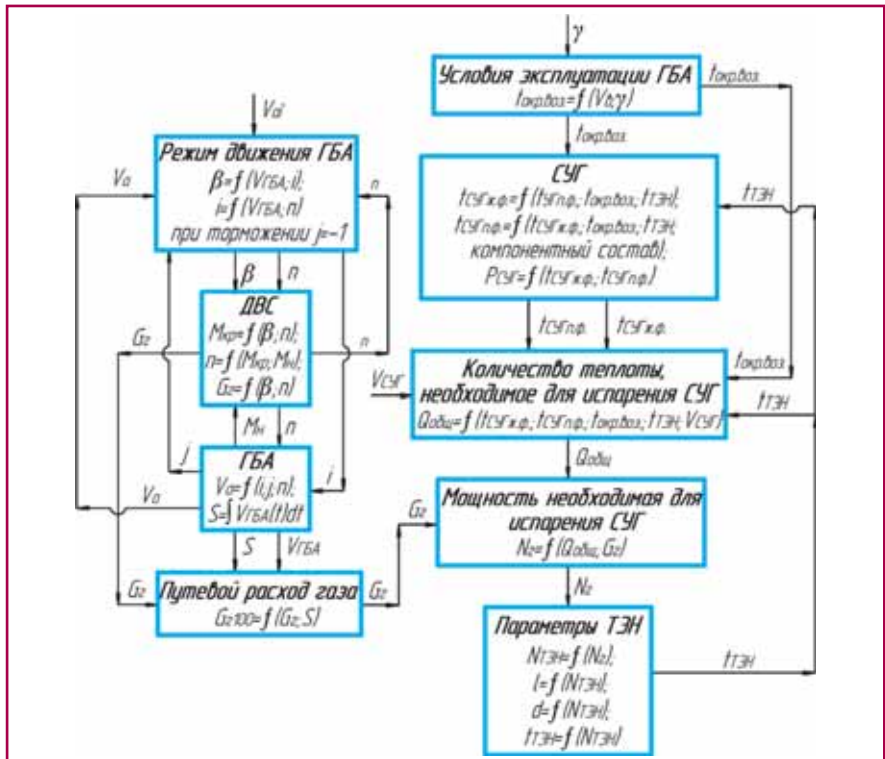


Рис. 2. Математическая модель газобаллонного автомобиля для расчета мощности, требуемой для стабилизации давления в газовом баллоне:

V_{ai} – заданная скорость движения автомобиля; V_a – скорость движения автомобиля; n – частота вращения коленчатого вала ДВС; β – степень открытия дроссельной заслонки; i – номер передачи КПП; G_r – секундный расход газа ДВС; S – путь, проходимый автомобилем; j – замедление автомобиля; G_{r100} – путевой расход газа; γ – место расположения газового баллона; $t_{\text{окр.воз.}}$ – температура окружающего воздуха; V_a – скорость ветра; $t_{\text{СУГ ж.ф.}}$ – температура жидкой фазы СУГ; $t_{\text{СУГ п.ф.}}$ – температура паровой фазы СУГ; $t_{\text{ТЭН}}$ – температура ТЭН; $P_{\text{СУГ}}$ – давление насыщенных паров СУГ в газовом баллоне; $Q_{\text{общ}}$ – общее количество теплоты, необходимое для испарения СУГ; $V_{\text{СУГ}}$ – объем СУГ; N_r – мощность, необходимая для испарения газа; $N_{\text{ТЭН}}$ – мощность ТЭН; l – длина проволоки нагревателя; d – диаметр нагревателя круглого сечения

$$Q_i = \frac{t_{\text{max}} - t_e}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (2)$$

где $t_{\text{ТЭН}}$ – температура ТЭН, °С; t_e – температура окружающего воздуха, °С; α_1 – коэффициент теплопередачи от ТЭН к паровой фазе СУГ, Вт/(м²·°С); S_i – толщина слоя, м; λ_i – коэффициент теплопроводности слоя Вт/(м²·°С);

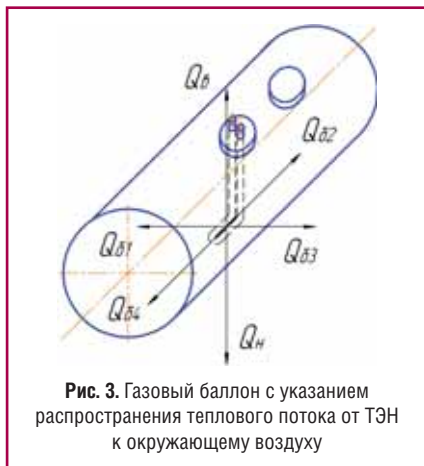


Рис. 3. Газовый баллон с указанием распространения теплового потока от ТЭН к окружающему воздуху

α_2 – коэффициент теплопередачи от наружной поверхности газового баллона к окружающему воздуху Вт/(м²·°С).

Подставляя в формулу (2) соответствующие значения величин для каждого из Q_i , получаем:

$$\sum Q_i = 939 + 65 + 13 \cdot 2 + 274 \cdot 2 = 1578 \text{ кДж.}$$

Для определения эффективности применения теплоизоляции необходимо рассчитать тепловой поток $\sum Q_i$, проходящий от ТЭН через газовый баллон с СУГ в окружающую среду при использовании теплоизоляционного материала. Расчет производится с учетом граничных условий первичного расчета, с добавлением граничных условий для теплоизоляции:

- теплоизоляционный материал – натуральный шерстяной войлок;
- толщина войлока 12 мм;
- крепление войлока к корпусу газового баллона осуществляется с помощью брезента;
- толщина защитного брезента 1 мм.

Суммарный тепловой поток, проходящий от ТЭН через газовый баллон с СУГ и теплоизоляцию в окружающую среду, определяется по формуле (1).

$$\sum Q_i = 595 + 65 + 13 \cdot 2 + 244 \cdot 2 = 1174 \text{ кДж.}$$

При применении теплоизоляционного материала с защитным кожухом суммарный тепловой поток, исходящий от ТЭН через газовый баллон с СУГ в окружающую среду, снизился на 404 кДж. Предложенные мероприятия позволяют сохранить теплоту, подводимую к СУГ, в газовом баллоне и осуществлять бесперебойную работу двигателя газобаллонного автомобиля в зимнее время года.

В результате исследований установлено, что при низких температурах окружающего воздуха применение регулирования теплообмена подогревом СУГ и проведением мероприятий по сохранению теплоты установкой теплоизоляционного материала с защитным кожухом позволяет снизить тепловые потери примерно на 30 %. Это позволяет рекомендовать в качестве теплоизоляционного материала натуральный шерстяной войлок с защитным кожухом из брезента. Изготавливать эту теплоизоляцию необходимо как самостоятельное изделие.

Литература

1. Певнев Н.Г., Банкет М.В. Повышение эксплуатационной надежности газобаллонных автомобилей при низких температурах окружающего воздуха // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 5 (10). – С. 20-23.
2. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебник для средних профессионально-технических учебных заведений. – М.: ИНФРА-М. – 2003. – 268 с.
3. Певнев Н.Г., Гурдин В.И., Банкет М.В. Оптимизация теплосодержания СУГ в автомобильном газовом баллоне для обеспечения бесперебойной работы ГБА // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 4 (16). – С. 10-13.
4. Арнольд Л.В., Михайловский Т.А., Селиверстов В.М. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высшая школа. – 1979. – 446 с.
5. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2006. – 456 с.

Организация поста слива газа при АТП

Н.Г. Певнев, зав. кафедрой СибАДИ, д.т.н.,
Э.Р. Раенбагина, аспирантка СибАДИ

Ключевые слова: слив газа, схема поста, автомобильный баллон, запорно-предохранительная арматура баллона, программа работы поста слива.



Organize post overflow of gas on the motor transportation enterprise

N.G. Pevnev, E.R. Raenbagina

Keywords: overflow of gas, scheme of post, car's balloon, locking safety armature of balloon, work program of post overflow of gas.



Э.Р. Раенбагина,
аспирантка СибАДИ:

Предложена комбинированная принципиальная схема поста слива газа из автомобильных баллонов на автотранспортном предприятии (АТП) и сопоставлены затраты на оборудование поста слива газа на автогазозаправочной станции (АГЗС) и АТП. Рассчитана программа работы поста слива.

Proposed combined principled scheme of post overflow of gas from the car's balloon on the motor transportation enterprise and compared expenses for the equipment of post overflow of gas on the AGFS and motor transportation enterprise. Work program of post overflow of gas is calculate.

Нормативным документом РД 03112194-1094-03 предусмотрена организация поста слива газа из автомобильных баллонов на АГЗС либо на АТП [1]. Пост слива газа на АТП содержит баллоны с инертным либо природным газом, сливную колонку, баллон емкостью от 100 до 250 л в качестве сливного резервуара, счетчик газа.

Рассмотрим вариант слива газа из автомобиля с модернизированной системой питания, где используется баллон с моноблоком, установленным дополнительным тройником, вентилем и выносным заправочным устройством (ВЗУ) для слива газа [2].

При этом слив газа из автомобильных баллонов будет осуществляться следующим образом. К ВЗУ 24 подсоединяют пистолет подачи азота 25 или природного газа. К ВЗУ без обратного клапана 20 для слива газа

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

Оборудование и материалы	Количество, ед.	
	АГЗС	АТП
Пистолет слива СУГ	1	1
Пистолет подачи азота	1	1
Крестовина соединительная	1	–
Вентиль	7	3
Баллон с азотом или природным газом	2	2
Редуктор понижающий	1	1
Компрессор	1	–
Счетчик газа	1	1
Насос для перекачки газа из емкости	1	–
Колонка сливная	1	1
Резервуар сливной	1	–
Баллон, от 100 до 250 л	–	1
Рукава для подвода пистолетов	2	3
Трубопроводы	8	4
Тройник	1	1

подсоединяется пистолет для слива газа 21. Затем открывают вентиль 2 и под давлением подают природный газ через ВЗУ. Жидкая фаза газа вытесняется из баллона 22 в сливную магистраль 6 и поступает в сливной резервуар 14 объемом от 100 до 250 л. Емкость сливного резервуара будет зависеть от типа подвижного состава на АТП. При этом колонка 4 является прибором учета количества сливаемого газа, который может быть использован для повторной заправки автомобиля либо технологических нужд предприятия.

Сопоставим затраты на оборудование поста слива газа на территории АГЗС и АТП с помощью спецификаций на оборудование и материалы этих постов (таблица).

Анализируя данную спецификацию, можно отметить, что при проектировании поста слива на АГЗС необходимо дополнительно установить крестовину, четыре вентиля, компрессор для создания давления в сливном резервуаре, насос для перекачки газа из емкости, сливной резервуар. На самостоятельном посту достаточно установить баллон емкостью 100-250 л с запорно-предохранительной арматурой (ЗПА), разнесенной по дну. Длина трубопроводов, соединяющих основные элементы поста на АГЗС, будет значительно больше, чем для самостоятельного поста слива газа на АТП. Таким образом, пост слива на АГЗС будет более дорогостоящим по номенклатуре спецификаций и более трудоемким в изготовлении, чем пост АТП.

Обобщение сложившегося многолетнего опыта эксплуатации и технического обслуживания автомобилей, использующих в качестве моторного топлива сжиженный углеводородный газ (СУГ), свидетельствует, что опорожнение автомобильного баллона от сжиженного газа необходимо проводить в случаях, предписываемых нормативным документом [3], а также при возникновении ава-

рийных ситуаций, особенно в зимнее время. Перед освидетельствованием баллона можно запланировать выработку газа, в таком случае необходимости слива газа не возникнет. В аварийных же ситуациях газовый баллон необходимо демонтировать и транспортировать на пост слива.

Большинство отказов газовой аппаратуры возникает при резких перепадах температуры в зимнее время, так как газобаллонные автомобили (ГБА) хранятся на открытых стоянках из-за несоответствия существующих закрытых стоянок требованиям противопожарной защиты, предъявляемым к помещениям для их хранения. В связи с этим во время утренней заправки ГБА возникают отказы обратного клапана ВЗУ и запорно-предохранительной арматуры баллона. В процессе эксплуатации автомобиля

возможны засорение заборной трубки в баллоне из-за некачественного СУГ, а также обледенение заборной трубки из-за повышенного содержания влаги в СУГ. Эти неисправности вызваны нарушениями требований ГОСТ к составу СУГ. По ГОСТ 27578–87 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта» наличие влаги не допускается.

Согласно нормативному документу [3] на парк автомобилей, насчитывающий 100 ед., в зимнее время приходится в среднем 60-70 сливов газа в месяц, при этом объем слитого газа из каждого баллона не превышает 18-20 л. Приведенные статистические данные были характерны для периода эксплуатации грузовых ГБА с баллонами большой емкости, что обуславливало использование сливных резервуаров объемом 5 м³.

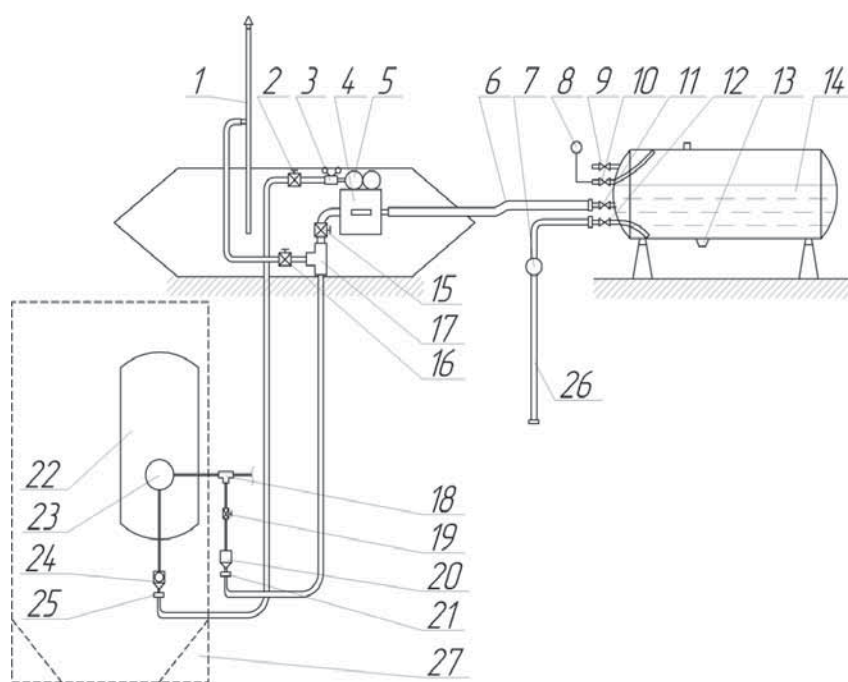
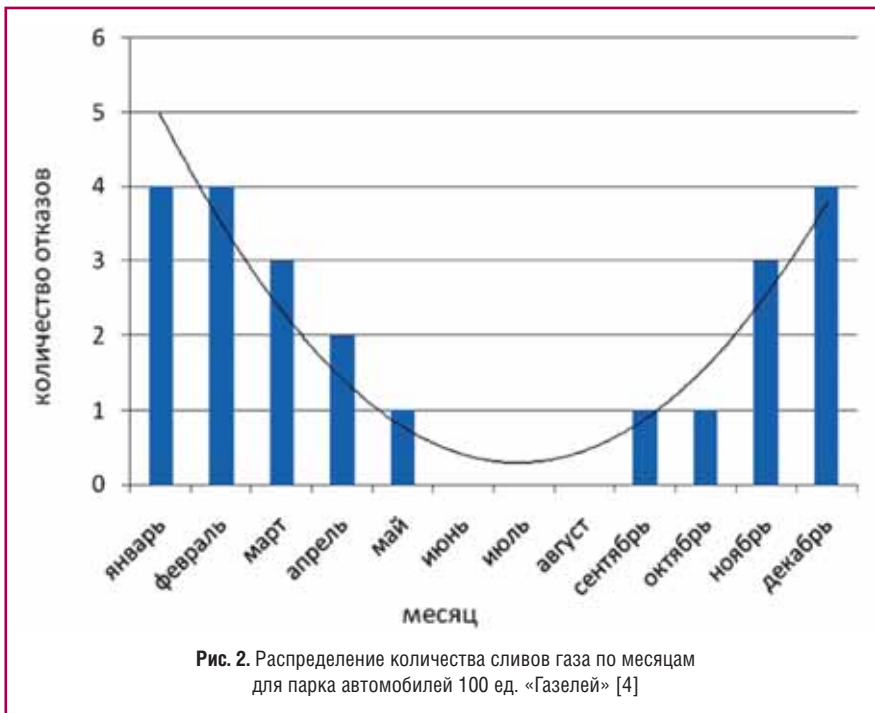


Рис. 1. Комбинированная принципиальная схема поста слива газа из автомобильного баллона (в том числе и оборудованного моноблоком), расположенного на АТП:
 1 – продувочная свеча; 2 – вентиль подачи азота или природного газа; 3 – понижающий редуктор; 4 – сливная колонка; 5 – баллон с азотом или природным газом; 6 – магистраль сбора газа; 7 – счетчик газа; 8 – манометр; 9 – вентиль максимального наполнения; 10 – вентиль паровой фазы; 11 – заправочный вентиль; 12 – вентиль жидкой фазы СУГ; 13 – сливная пробка; 14 – сливной резервуар; 15 – вентиль слива жидкой фазы СУГ; 16, 18 – тройники; 17 – вентиль на продувочную свечу; 19 – вентиль; 20 – ВЗУ без обратного клапана; 21 – шланг с пистолетом для слива СУГ; 22 – газовый баллон; 23 – моноблок; 24 – ВЗУ; 25 – шланг с пистолетом для подачи азота; 26 – шланг с пистолетом для раздачи жидкой фазы газа; 27 – газобаллонный автомобиль



На сегодняшний день в эксплуатации находятся газобаллонные автомобили с баллонами не более 100 л. Исходя из этого мы упрощаем схему поста слива, установив вместо подземного сливного резервуара два баллона объемом 100 л либо один баллон объемом 200-250 л с разнесенной ЗПА по днищу (см. рис. 1). Баллоны выпускаются омским научно-техническим комплексом «Криогенная техника». Баллон оборудован предохранительным клапаном, вентилем максимального наполнения 9, заправочным вентилем 11, через который осуществляется прием слитого газа, вентилем паровой фазы 10, через который можно контролировать давление газа в баллоне, подсоединив к нему манометр 8, вентилем жидкой фазы 12 для выдачи слитого газа и сливной пробкой для очистки баллона от загрязнений. Предложенный пост не должен отвечать требованиям, предъявляемым к АГЗС, так как он предназначен только для слива газа и хранения его в автомобильных баллонах. Данный пост является компактным, его можно организовать на небольшой, огражденной, хорошо проветриваемой площадке с тремя выносными шлангами:

- для подачи природного или инертного газа;
- для слива жидкой фазы из баллона;
- для раздачи газа из емкости хранения.

При наличии такого поста на АТП холостые пробеги отсутствуют.

Чтобы выйти на программу работы поста слива, были проведены исследования работы 100 автомобилей «Газель» в течение года, которые эксплуатируются в Советском административном округе Омска. В этом же округе имеется предприятие по

переоборудованию, гарантийному и постгарантийному обслуживанию ГБА. Как правило, со всеми неисправностями газобаллонного оборудования водители обращаются на это предприятие. Исследованиями установлено (рис. 2), что в зимнее время количество сливов газа из баллонов составило $N_{сл} = 4/мес.$ при доверительной вероятности $\sigma = 0,9$ с доверительным интервалом 0,5, в летнее время $N_{сл} = 0,5/мес.$ при доверительной вероятности $\sigma = 0,95$ с доверительным интервалом 0,2.

Приведенный материал показывает, что располагать пост слива газа предпочтительно в АТП. Но на сегодняшний день на АТП газобаллонные автомобили только хранятся, обслуживаются они на специализированных участках по переоборудованию. Таким образом, на основании сложившегося опыта эксплуатации пост слива следует располагать на предприятиях, где осуществляется переоборудование и обслуживание ГБА.

В Омске выделены несколько АГЗС, на которых заправляются маршрутные автомобили «Газель», которые, как правило, расположены вблизи конечных остановочных пунктов. На этих АГЗС также необходимо устанавливать посты слива, соответствующие требованиям нормативного документа [3].

Литература

1. Певнев Н.Г. Пост слива газа на АГЗС и определение технологических параметров слива газа из автомобильных баллонов / Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 4. – С. 46-50.
2. Полез. модель 90137 РФ : МПК F 02 M 21/02 : Двухтопливная система питания двигателя / Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина, А.П. Елгин ; СИБАДИ. – №2009132044/22; заявл. 25.08.2009 ; опубл. 27.12.2009, Бюл. № 36.
3. РД 03112194-1094-03 «Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе». НИИАТ, ДАТ Минтранса РФ, 2003.
4. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS EXCEL / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 704 с.

Правительство Москвы взяло курс на КПГ

29 июня 2010 г. правительство Москвы приняло Постановление №553-ПП «О ходе работ и дальнейших мерах по расширению использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте в городе Москве». Документ имеет большое значение не только для Москвы, но и для всей России.

Постановление, сочетая в себе конкретные задачи, меры экономического стимулирования и административного ограничения, открывает новые для отечественного газомоторного рынка пути развития. Постановление предусматривает комплексное решение задачи: создание парка газобаллонной техники, сети газовых заправок, формирование системы технического обслуживания, организацию заводского производства метановых автомобилей. Документ также определяет задачи межрегионального и межотраслевого сотрудничества, открывает новые возможности для малого, среднего и крупного бизнеса. Москва может стать полигоном для отработки большого количества технологий организации газомоторного рынка и трамплином для их широкого распространения по регионам России.

Редакция журнала попросила прокомментировать это событие и оценить перспективы, открывающиеся в связи с принятием Постановления №553-ПП, исполнительного директора Национальной газомоторной ассоциации (НГА) В.Л. Стативко.

В.Стативко. В мировых мегаполисах использование альтернативных экологически чистых моторных топлив на автотранспорте уже стало приоритетным направлением, прежде всего, в решении экологических проблем многонаселенных городов. В Москве расширение применения компримированного природного газа в качестве моторного топлива также будет способствовать улучшению экологической обстановки



столицы, кроме того, это позволит создать дополнительные рабочие места.

Вместе с тем хочется отметить, что это уже не первый документ московских властей в этом направлении деятельности.

В апреле 1996 г. было принято аналогичное постановление правительства Москвы № 341 «О мерах по снижению вредного влияния автотранспорта на экологическую обстановку в Москве».

В развитие этого документа правительством Москвы и правлением РАО «Газпром» 26 ноября 1996 г. было принято совместное постановление № 943-134 «О мерах по охране атмосферного воздуха в г. Москве за счет расширения использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте».

Постановлением была утверждена программа, которой предусматривалось перевести на газ в 1996-1997 гг. порядка 1 тыс. грузовиков и автобусов в грузовых автопредприятиях № 32 и 41, пассажирском автопредприятии

№ 1 и ряде других хозяйств. На втором этапе в 1998-2000 гг. – еще 4670 автомобилей различного назначения.

В силу различных обстоятельств был выполнен только первый этап программы, и тысяча грузовиков и автобусов до настоящего времени ездит на природном газе.

Затем в марте 2002 г. было принято постановление № 170-ПП «О городской целевой программе использования альтернативных видов моторного топлива на автомобильном транспорте города на 2002-2004 годы».

В соответствии с этим постановлением в городе была начата практическая реализация проектов по газификации городского автотранспорта. На автопредприятиях, осуществляющих внутригородские пассажирские и грузовые перевозки, были начаты работы по укомплектованию их автопарков экологически чистым автотранспортом на газовом топливе, а также по созданию пунктов заправки газом на их территории.

В результате на маршрутах Северного административного округа Москвы с 2009 г. организована работа 130 газовых автобусов большой вместимости с экологическими характеристиками «Евро-4». Ввод в эксплуатацию в 2009 г. автокомбината ГУП «Мосавтохолод» на Сколковском шоссе позволил создать 400 дополнительных рабочих мест, обеспечить замещение в Западном и Северо-Западном административных округах Москвы грузового транспорта с низкими экологическими показателями на автомобили с экологическими характеристиками «Евро-5» и электромобили.

Корр. Мы понимаем, что принятое в июне этого года постановление направлено на расширение использования КПГ в Москве. Но что принципиально новое содержит этот документ?

В.Стативко. Тщательный анализ постановления дает основания полагать, что этот документ войдет не только в историю города, но и в

историю метанизации транспорта страны. В отличие от многих предыдущих распорядительных документов это постановление носит конкретный и комплексный характер.

Постановление, в частности, относит территории, на которых расположены городские социальные объекты (больницы, школы, детские дошкольные учреждения), к территориям повышенной экологической ответственности, обслуживать которые смогут автомобили с экологическими характеристиками не ниже требований «Евро-4» или использующие КПГ.

С 2010 г. город начнет выдавать государственный заказ на выполнение работ по поэтапному замещению существующего автопарка автотранспортом на КПГ с экологическими характеристиками не ниже «Евро-4». Въезд в центральную часть Москвы, которая ограничена третьим транспортным кольцом, для автомобилей с экологическими характеристиками ниже требований «Евро-3» будет ограничен с 2011 г., а для автомобилей ниже уровня «Евро-4» – с 2012 г.

Постановление предусматривает разработку предложений по применению в центральной части города экологически безопасной коммунальной техники, использующей альтернативные источники энергии и топлива (КПГ, электромобили). Рассматривается возможность освободить минимум на 5 лет от арендной платы за землю многотопливные автозаправочные комплексы, на которых реализация КПГ составляет не менее 30 % от объема общей реализации топлива, и автопредприятия, в автомобильном парке которых не менее 50 % автомобилей используют альтернативные источники энергии (КПГ, электромобили). Грузовым автомобилям, использующим электрический или газовый двигатель, будет разрешен проезд в зоны с ограниченным движением. Запрещено строительство новых заправочных

станций, в составе которых отсутствуют колонки по заправке компримированным природным газом. Названы конкретные адреса первых специализированных заправочных станций, сооружение которых начнется уже в текущем году.

Постановлением также предусматривается разработка мер экономического стимулирования пользователей транспортных средств, использующих КПГ в качестве моторного топлива. Такого в отечественной практике еще не было.

Корр. Названы ли конкретные предприятия, которым предстоит непосредственно участвовать в реализации этого постановления?

В.Стативко. В 2010-2012 гг. 11-й автобусный парк ГУП «Мосгортранс» будет полностью укомплектован газовыми автобусами. И еще пять автобусных парков должны будут перейти на эксплуатацию автобусов, использующих КПГ. Подвижной состав ГУП «Мосавтохолод» и ГУП «Мосгортранс» будет состоять из автотранспортных средств с экологическими характеристиками не ниже требований «Евро-4» и электромобилей.

Утвержден перечень, включающий 21 станцию (6 существующих объектов и 15 для нового строительства), где будет производиться заправка транспорта КПГ и сжиженными углеводородными газами (СУГ). Количество многотопливных заправочных комплексов для заправки автомобилей КПГ будет увеличиваться.

С 2011 г. в Москве при проведении государственного технического осмотра возобновят учет метановых автомобилей. Правительство Москвы намерено организовать заводское производство автомобильной техники, использующей КПГ. В постановлении также говорится об использовании московских электромобилей и автомобилей на КПГ для обслуживания Сочинской Олимпиады 2014 г., о производстве биометана на Курья-

новских очистных сооружениях, необходимости принятия совместных с правительством России мер в области применения КПГ на городском автотранспорте.

Корр. Примут ли участие ОАО «Газпром» и НГА в реализации этого постановления, и какова их роль в расширении использования КПГ на автотранспорте столицы?

В.Стативко. Да, конечно.

Для реализации столь масштабных задач в п. 6.8. постановления предусмотрено следующее: «В IV кв. 2010 г. при участии ОАО «Газпром» подготовить проект документа о совместной реализации правительством Москвы и «Газпромом» мероприятий настоящего постановления по расширению использования КПГ на автотранспорте в Москве».

С целью подготовки и систематизации предложений ОАО «Газпром» при участии НГА начинает формировать для правительства Москвы перечень потенциальных участников проекта, в который будут включены промышленные, проектные, строительные, конструкторские, инжиниринговые, кредитно-финансовые, сервисные, научные, образовательные, торговые и прочие организации, выпускающие продукцию или оказывающие услуги, связанные с использованием газовых моторных топлив на транспорте. Включение в перечень будет осуществляться на основе Декларации о намерении участвовать в реализации Постановления правительства Москвы от 29.06.2010 г. № 553-ПП, которую организации-претенденты должны направить в ОАО «Газпром» до 1.09.2010 г.

Декларировать намерение участвовать в работе могут любые российские и зарубежные организации. После 1.09.2010 г. перечень будет представлен в правительство Москвы и администрацию ОАО «Газпром».

Планирование антикризисных мер в производстве КПГ

И.Ф. Маленкина,

начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

А.А. Пономарева,

младший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В статье рассмотрено развитие газозаправочной сети и парка автотехники, работающей на компримированном природном газе (КПГ). Проведено сравнение экономической эффективности инвестиций в условиях роста цен на природный газ. Предложены меры по улучшению показателей эффективности инвестиций при строительстве и эксплуатации АГНКС. Работа направлена на повышение экономической эффективности сети АГНКС.

Ключевые слова: АГНКС, цена на природный газ, эффективность инвестиций в строительство АГНКС.

Planning of antirecessionary measures in compressed natural gas production

I.F. Malenkina, A.A. Ponomareva

The article reviews compressed natural gas (CNG) filling network and fleet of cars. The comparison of investment cost efficiency under the CNG costs growth was made. The authors offer the measures for improvement of investment efficiency indices while in construction and operation of CNG-fueling stations. The work aims at increase of investment cost efficiency of CNG-fueling stations.

Keywords: CNG-fueling stations, natural gas cost, investment efficiency in construction of CNG-fueling stations.

Российская сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) является неотъемлемым элементом единой системы газоснабжения. За период 2000-2008 г. отмечен рост рынка компримированного природного газа – к концу 2009 г. парк автотехники, работающей на природном газе, увеличился почти в 4 раза. Это обусловлено действием нескольких факторов: ресурсной обеспеченностью КПГ, относительно простой технологией получения и заправки КПГ, высокой доходностью для производителей компримированного природного газа и значительной экономией для потребителей. Наиболее действенным фактором для потребителей является экономическая выгода от

использования КПГ на автотранспорте за счет разницы стоимости КПГ и нефтяного топлива.

ОАО «Газпром», реализуя Целевую комплексную программу развития газозаправочной сети, разработанную ООО «Газпром ВНИИГАЗ», наращивает парк АГНКС. Сегодня численность метановых заправочных станций в России составляет 249 ед., из которых 205 ед. принадлежат ОАО «Газпром». За трехлетний период в России построено 33 АГНКС, из них 18 – предприятиями ОАО «Газпром» и 15 – частными инвесторами. Интерес частных предпринимателей к производству КПГ обусловлен более высокой доходностью бизнеса по отношению к реализации нефтяных видов топлива, бензина и СУГ.

Однако в последнее время «Газпром» проводит политику выравнивания цен на газ, чтобы достигнуть равной доходности поставок на внешний и внутренний рынки с учетом межтопливной конкуренции.

В этих условиях повышение цен на природный газ, который является основным сырьем для АГНКС, в значительной степени снижает экономические показатели станций. Отметим, что увеличиваются затраты на электрическую энергию, на собственные нужды и материалы, техническое обслуживание и запасные части и т.д. Рост себестоимости КПГ продолжается, что сокращает прибыль и доходность бизнеса в целом (табл. 1).

Снижение экономических показателей вызвано резким увеличением себестоимости КПГ и высокой сметной стоимостью строительства АГНКС.

В соответствии с установленным порядком максимальная цена за КПГ сегодня может исчисляться от 8 до 10 руб./м³ (не более 50 % от региональной розничной цены бензина Аи-80, которая в России составляет от 17,0 до 19,7 руб./л). Фактически на объектах ОАО «Газпром» в 2008 г. цена КПГ составляла в среднем 6,1 руб./м³, в 2009 г. изменялась в диапазоне от 5,3 до 8,8 руб./м³. То есть для сохранения потребителей предприятия ОАО «Газпром» нередко предлагают цены на КПГ ниже установленного предела. Другими словами, у производителей КПГ имеется резерв для повышения цены на продукцию, что при создавшемся положении является одним из путей улучшения экономических показателей АГНКС и антикризисной мерой.

Кроме этого, на показатели эффективности эксплуатации АГНКС влияет загрузка станции, которая на сегодняшний день на объектах ОАО «Газпром» составляет от 8 до 17%. Такая загрузка соответствует объему реализации КПГ на среднестатистической АГНКС от 1,0 до 2,0 млн м³/год и уровню рентабельности от 0 до 3,3%.

При строительстве новых АГНКС на технико-экономические показатели станций в значительной степени влияет соотношение (табл. 2) проектной производительности и объема капиталовложений (КВ). Поэтому оптимизация сметных затрат при

**Технико-экономические показатели эксплуатации АГНКС
в различных регионах с учетом волатильности оптовой цены на газ от 2 522 до 3 016 руб./тыс. м³
(без надбавок за услуги региональных горгазов)**

Тип АГНКС по количеству условных заправок	Проектная производи- тельность, млн м ³ /год	Стоимость АГНКС, млн руб.	2008 г.				2009 г.			
			Цена покупки газа, руб./тыс. м ³	Цена реализации КПП, руб./м ³	ЧДД, млн руб.	ВНД, %	Цена покупки газа, руб./тыс. м ³	Цена реализации КПП, руб./м ³	ЧДД, млн руб.	ВНД, %
АГНКС-300 (г. Владикавказ)	10,9	110,2	1861	8,0	142,3	24	3016	6,7	10,5	11
АГНКС-300 (г. Михайловск Уральский регион)	8,6	108,8	1588	6,0	30,17	14	2522	6,4	2,7	10
АГНКС-250 (г. Вязьма Смоленской обл.)	7,3	106,0	1728	5,3	-23,3	7	2878	5,3	-69,9	<0
АГНКС-150 (г. Новосибирск)	4,6	102,2	1650	6,4	-22,1	7	2631	5,4	-76,40	<0
АГНКС-150 (г. Баксан)	4,4	105,2	1861	8,0	4,3	11	3016	6,7	-56,9	<0
АГНКС-150 (г. Боровичи Новгородской обл.)	3,4	105,2	1728	5,3	-66,3	<0	2830	5,3	-92,0	<0

Примечание. ЧДД – чистый денежный доход; ВНД – внутренняя норма доходности.

проектировании – это тоже одна из основных задач и антикризисная мера.

Если владельцы автотранспортных средств при переходе на газовое моторное топливо получают экономию в затратах на ГСМ, то производители КПП и владельцы АГНКС наиболее уязвимы и подвержены рискам. Технико-экономические показатели эксплуатации АГНКС зависят от роста цен на природный газ, текущих затрат на производство, потребительского спроса, особенно сегодня, в условиях качественного изменения структуры российского автопарка. Старые модели микроавтобусов и грузовиков (Лаз-699 Р, 695 Н; ПАЗ-3205, 3206; ГАЗель-2705) заменяются зарубежными аналогами, работающими на дизельном топливе. Таким образом, исчезает из российского парка основная доля потребителей КПП, и, как следствие, снижается производительность сети АГНКС. В данной ситуации для рентабельной работы сети

АГНКС необходимо принять меры по увеличению инвестиций в строительство и повышению эффективности эксплуатации метановых газозаправочных станций.

Антикризисной мерой может стать постепенный переход к дифференцированным ценам на реализацию КПП, рассчитываемым для каждого региона отдельно, с целью их приведения в соответствие с современными региональными ценами на топливо. В сложившихся экономических условиях представляется целесообразным расчетным методом определять цену отпуска КПП, учитывая производительность АГНКС. Расчетная отпускная цена природного газа не должна превышать законодательно установленный уровень, который сегодня составляет 9,5-10 руб./м³.

Для АГНКС производительностью менее 5 млн м³/год расчетная цена КПП превышает установленный

предел, что недопустимо. Поэтому для АГНКС небольшой производительности необходимо ограничение сметной стоимости АГНКС, которая не должна превышать 55-60 млн руб.

Для АГНКС производительностью более 5 млн м³/год технико-экономические показатели складываются более благоприятно, поэтому цена реализации КПП в некоторых случаях может быть ниже предельно возможной в данном регионе. Зависимость чистого денежного дохода, внутренней нормы доходности и дисконтированного срока окупаемости от стоимости капитальных вложений показана в табл. 2.

Таким образом, для стабильной работы сети АГНКС в современных экономических условиях необходимо развивать производство КПП, дифференцировать его отпускную цену и минимизировать затраты при проектировании и строительстве АГНКС.

Увеличение цены на КПП, не превышающее установленные законодательством пределы, на потребителях отразится незначительным образом. Разница в стоимости между бензиновым и газовым аналогами автомобилей серийного образца окупается за период от 9 мес. до 3 лет, и эти сроки будут сокращаться в условиях роста цен на бензин. Однако эти меры позволят повысить эффективность работы сети АГНКС, обеспечивающей альтернативным моторным топливом транспорт России.

Таблица 2

**Технико-экономические показатели эффективности
инвестиций в строительство АГНКС-300
(проектная производительность – 10,93 млн м³/год)**

Показатели	Сметная стоимость АГНКС (с НДС), млн руб.				
	110	90	80	70	60
Выручка, млн руб./год	54,31				
Эксплуатационные расходы, млн руб.	42,0	40,6	39,9	39,2	38,6
Чистый денежный доход, млн руб.	10,5	30,6	40,4	50,4	60,2
Внутренняя норма доходности, %	11	14	16	18	21
Дисконтированный срок окупаемости, лет	15,2	10,8	8,7	6,5	4,3

Европейские энергетические транспортные коридоры в контексте альтернативных топлив

А.Г. Рубан,

региональный менеджер по продажам в Азии, Центральной и Восточной Европе компании «Worthington Cylinders GmbH» (Кинберг, Австрия),

М. Вошта,

доцент кафедры мировой экономики Высшей экономической школы (Прага, Чехия), д.э.н.

Статья рассматривает европейские энергетические транспортные коридоры в контексте развития альтернативных моторных топлив. Подчеркивается политическая составляющая в формировании транспортно-энергетической и экологической стратегии Евросоюза. В связи с отставанием Евросоюза в реализации целей внедрения альтернативных топлив рекомендуется расширение и совершенствование европейских транспортных сетей на основании сложившейся к настоящему моменту нефтегазотранспортной инфраструктуры Евразии. Особого внимания должно заслужить развитие «голубых коридоров» с использованием природного газа.

Ключевые слова: энергетическая политика, интеграция, транс-европейские сети, транспортные коридоры, альтернативные топлива, природный газ, КПП.

European energy transport corridors within alternative fuels scope

A.G. Ruban, Milan Vošta

The paper reviews European energy transport corridors in context of alternative fuels development. Political influences in shaping the European Union energy, transport and ecological strategies are emphasized. Since European Union lags behind in implementation of alternative fuels, it is recommended to enlarge and to improve European transport networks based on the currently available Eurasian oil and gas transportation infrastructure. The specific stress should be put on development of the «blue corridors» implying natural gas usage.

Keywords: energy politics, integration, trans-European networks, transport corridors, alternative fuels, natural gas, CNG.

Несмотря на то, что в процессах глобализации мирового хозяйства все большее значение приобретают нематериальные императивы (проблемы экологии, устойчивого развития, гуманизации и информатизации общества), энергосырьевая составляющая в противовес

исследованиям Дж. Форрестера и Д. Медоуза в 70-х гг. XX в. до сих пор остается первоосновой постиндустриального развития.

Неравномерность распределения ресурсов на Земле настойчиво требует развития коммуникаций, наименьшим образом обременяющих

экологическую систему планеты и всемерно способствующих постоянному росту объемов мировой торговли. Формирование путей сообщения – коридоров, совмещающих экологически чистую транспортную, однородную энергетическую и иную инфраструктуры – должно исходить из предпосылок развития энергетических, транспортных и промышленных локальных и региональных рынков.

В основе стратегии развития транспортных коридоров единой Европы с самого начала послевоенной интеграции было заложено создание условий для расширения единого рынка, свободы перемещения капитала и развития других факторов производства. Транс-европейские сети (TEN)¹ были уже оговорены в ст. 154-156 Римского договора (1957 г.) и окончательно оформлены в конце 80-х гг. прошлого столетия. TEN предусматривают создание современных и эффективных инфраструктур – транспортной (TEN-T) (рис. 1), энергетической (TEN-E) и телекоммуникационной (e-TEN)² – для объединения национальных коммуникаций Европы в единое целое.

Проблемы общеевропейской транспортной интеграции вновь стали актуальны после падения «железного» занавеса и открытия перспектив расширения Европы. Этот стратегический курс Европейского Союза был обусловлен новыми возможностями для торговли и экономики, улучшением транспортного сообщения между Западом и Востоком Европы. Девять пан-европейских транспортных коридоров, включающих бывшие страны СЭВ, были определены на Критской конференции в марте 1994 г. В 1997 г. на конференции в Хельсинки (Финляндия) к существующим коридорам был добавлен десятый.

На переломе столетий Еврокомиссией были высказаны предложения о совмещении пан-европейских транспортных коридоров и транс-европейских сетей в единую систему, сочетающую в себе транспортную (например, дороги, железнодорожные,

1 От англ. Trans-European Networks.

2 От англ. Trans-European Transport Networks, Trans-European Energy Networks, Trans-European Electronic Networks.

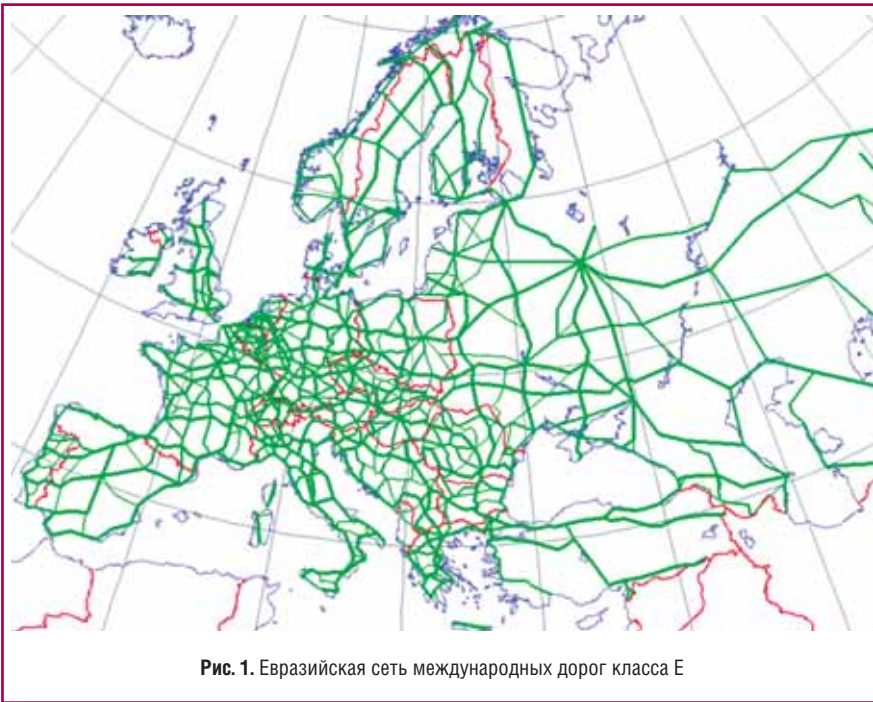


Рис. 1. Евразийская сеть международных дорог класса E

водные и воздушные пути сообщения), энергетическую (трубопроводы, линии электропередачи, нефтеналивные терминалы, терминалы СПГ) и коммуникационную инфраструктуру (например, спутниковая система навигации «Галилео»). Такая новая система стала бы инфраструктурным проектом развития рынков моторного топлива вдоль существующей и будущей инфраструктуры «красных», «голубых», «зеленых» и «белых» транспортных коридоров. В основе такой классификации положена чистота моторных топлив. Так, «красные коридоры» используют традиционное топливо: бензин, дизельное топливо и авиационный керосин; «голубые коридоры», инициированные в Европе, Латинской Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе, – КПГ и СПГ; «зеленые коридоры», наиболее развитые в Швеции, – биометан; «белые коридоры», зарождающиеся в Англии и Германии, – водород [1].

Российский экономист В.А. Дергачев отмечает, что для реализации проектов международных транспортных коридоров (МТК) необходимы не только капиталы, но и политическая воля. Эффект функционирования МТК достигается в едином таможенном и экономическом пространстве. Кроме того, страна, выступающая с инициативой создания МТК, должна

обладать определенной геополитической мощностью [2]. Таким образом, экономическая интеграция – первопричина развития региональных МТК.

Крупнейшим событием века, по мнению Дергачева, станет строительство Азиатско-Североамериканской магистрали (АСАМ) и создание евразийских энергетических мостов. Аналогичного мнения придерживаются директор Института энергетических исследований РАН академик А.А. Макаров [3], специалисты ОАО «Газпром» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» [1]. А.А. Макаров утверждает, что на протяжении XXI в. наиболее интенсивно интеграция пройдет в Евразии. «Евразийский крест» создаст единый рынок, объединяющий регионы, богатые углеводородами (рис. 2а) с зонами их основного потребления (рис. 2б) [3]. Это вызовет прокладку новых трасс.

Перспективы евразийской интеграции можно объяснить сложившимся развитием системы коммуникаций. Транспорт – основа европейской экономики. На него приходится 7 % ВВП и 5 % занятости в ЕС [4]. Европа вместе с Россией обладает наиболее продолжительной сетью автомагистралей в мире. По длине железнодорожных линий Европа и РФ занимают второе место после США. На мировой трубопроводный транспорт, поставляющий

нефть и газ, приходится всего лишь 4,5% общей протяженности международных путей сообщения. Постсоветский трубопроводный транспорт, поставляющий нефть и газ Сибири в Европу, является наиболее развитым в мире и занимает в России второе место после железнодорожного транспорта [5].

Становление и функционирование международных энергетических транспортных коридоров до сих пор опираются на наследие биполярного мира. В Европе и России энергетическая и топливная транспортные инфраструктуры развиваются под влиянием идей энергетической независимости, диверсификации энергоносителей и путей их доставки, локальной доступности технологий. Это ведет к тому, что разные страны начинают ориентироваться на наиболее доступные источники энергии, безопасные и дешевые для конкретного региона и отдельных государств, а не для Европы или даже Евразии, как одного целого.

Напомним, что евразийский «красный коридор» – трубопровод «Дружба», построенный в 50-60-х гг. прошлого века, – не был сугубо коммерческим проектом. Главной его целью были политические приоритеты СССР: обеспечение нефтью и нефтепродуктами дружественных стран СЭВ и удовлетворение нужд Советской армии в случае возможной войны с «империалистическими агрессорами» [6]. По данным портала EUROACTIV, даже сегодня, после окончания «холодной войны», транспорт в Европе потребляет 73 % всей используемой нефти, 35 % которой импортируется из России. На него приходится до 25 % эмиссии CO₂ [7].

Европа до сих пор стремится игнорировать тот факт, что природный газ в виде КПГ и СПГ – самый перспективный ресурс, способный обеспечить потребности человечества в энергии и углеводородном сырье, по крайней мере, в течение нынешнего столетия [8]. При этом КПГ рассматривается на ближайшие годы как моторное топливо, позволяющее существенно снизить загрязнение атмосферы, а также как основной исходный продукт для получения наиболее дешевого водорода.

В настоящее время мировой автомобильный парк насчитывает порядка 900 млн ед. [9]. На Северную Америку приходится 40 % мирового автопарка, Западную Европу – 30 % [5], а на Россию – около 23 % [8]. Прогнозируется, что к 2030 г. мировой автомобильный парк может вырасти до 3 млрд ед. [1].

Из всего мирового автопарка около 14,6 млн автомобилей работают на СУГ (2008 г.) [10] и около 11,4 млн автомобилей (16780 станций) используют КПГ (апрель 2010 г.) [11]. В 2008 г. в мире эксплуатировалось около 2,7 млн гибридных электромобилей [12]. В том же году потребление различных биотоплив составило менее 2 % объема традиционных нефтяных топлив [8], а годом ранее, по подсчетам Международного энергетического агентства, не превышало и 1 %. В США, Японии и Европе – ведущих регионах по исследованию водородных технологий – к 2006 г. «экспериментально» эксплуатировалось, по нашим оценкам, около 900 автомобилей на водороде и насчитывалось около 130 водородных заправочных станций [13]. Таким образом, КПГ и СУГ в настоящее время – наиболее распространенные альтернативные моторные топлива в мире. В силу более высокой энергетической ценности метана, более низкой эмиссии CO₂, экономичности

и при цене КПГ в два раза меньшей, чем бензина или дизтоплива, в ближайшие десятилетия специалисты прогнозируют увеличение в мире газомоторных автотранспортных средств на КПГ до 20–25 млн ед. [9]. Рост же производства биотоплив и связанное с ним уменьшение «полезных» посевных площадей могут привести к удорожанию продовольствия и усугублению глобальной пищевой проблемы [8].

Рассмотрим, как развивается сегодня газомоторный рынок в Европе.

Европейский транспорт – сегмент экономики с самой быстрорастущей эмиссией парниковых газов в ЕС. С 1990 г. эмиссия от транспорта выросла на 38 %³. По данным Европейской Комиссии, в Евросоюзе, состоящем из 27 стран, в 2008 г. насчитывалось приблизительно 270 млн автомобилей. Газомоторная ассоциация Европы (NGVAE) по состоянию на апрель 2010 г. насчитала около 1,3 млн ед. транспорта на КПГ и около 3450 АГНКС [14]. Европейская ассоциация СУГ (AEGPL) подсчитала, что в 2007 г. в Европе около 7,4 млн автомобилей использовали в качестве моторного топлива СУГ при числе заправок им около 32 тыс. ед. [15]. Европейская организация «Bioethanol for Sustainable Transport»

3 Включая эмиссию от морского и авиационного транспорта. См.: Statistical Pocketbook Energy and Transport 2009.

зарегистрировала в Евросоюзе в 2008 г. 170 тыс. автомобилей на этаноле [16]. Доля гибридных электромобилей в Европе в 2007 г. составляла менее 0,5 % от всего транспорта [17]. Количество водородных автомобилей в Европе достигло в 2006 г., по оценкам компании Linde Gas, 500 ед. [18]. Из указанного следует, что автомобили на дизельном топливе в настоящее время доминируют в структуре Европейского транспорта.

Хотя в отдельных странах ЕС внедрение КПГ проходит успешно, в рамках единой Европы сегодня отсутствует четкая, скоординированная политика относительно внедрения альтернативных топлив. Зеленая книга ЕС декларирует энергетическую политику «20/20/20», согласно которой 20 % всех топлив в энергобалансе ЕС должны быть альтернативными [19]. При этом к 2020 г. на 20 % должна снизиться эмиссия CO₂ и на 20 % уменьшиться зависимость от внешних поставщиков энергии.

Европейский директорат по энергетике и транспорту прогнозирует, что к 2020 г. в Европе 5 % автотранспорта будет использовать водород, 8 % – биотопливо и 10 % – метан (таблица) [19]. Такая разнонаправленность политики способствует тому, что транспортная и энергетическая инфраструктуры становятся разнородными. Ярким подтверждением этому служат: развитие транспорта на СУГ в Польше, Франции и Турции; развитие транспорта на КПГ в Германии и Италии; внедрение биотоплив в Швеции. Применение биотоплив, электричества и водорода находится в состоянии развития и/или экспериментального изучения. Например, первоначальная целевая 10%-ная доля биотоплив, декларированная Европарламентом в 2005 г., была снижена в 2008 г. [20]. Очевидно, что стала понята нереалистичность целей. Биотоплива в энергетическом балансе в 2005 г. достигли всего лишь 1%. Только Швеция и Германия вышли на уровень 2% в 2005 г.

Для конечного потребителя, в отличие от Европы и ее наднациональных органов, декларирующих политику распространения альтернативных топлив, решающими

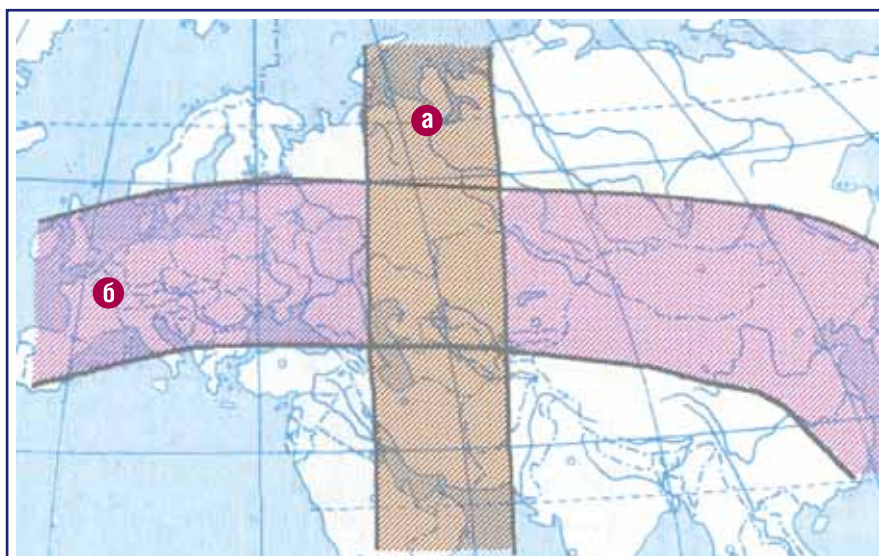


Рис. 2. Крест евразийской углеводородной интеграции:

а – зона ресурсов углеводородов (60 % мировых запасов); б – зона потребления энергии (40 % мирового и 80 % энергопотребления Евразии)

Прогноз потребления альтернативных топлив в энергобалансе Евросоюза, %

Год	Биотоплива	Природный газ	Водород	Всего
2005	2	–	–	2
2010	6	2	–	8
2015	(7)	5	2	(14)
2020	(8)	10	5	(23)

Примечание. В скобках приведены прогнозные данные.

При увеличении содержания природного газа в энергетической корзине ЕС на 1% объем эмиссии CO₂ может уменьшиться более чем на 3 % [23]. Использование российского газа позволит снизить эмиссию

факторами использования любого из них являются наличие заправок, цена автомобиля, стоимость его эксплуатации (и/или переоборудования), возможности послепродажного обслуживания и удобство его использования. Сложившаяся в настоящее время евразийская нефтегазовая инфраструктура (рис. 3) [21] делает применение биотоплива, водорода и электричества на транспорте практически неконкурентоспособным. Их внедрение требует активного вмешательства Евросоюза в виде дополнительного финансирования и создания новых налоговых⁴ и неналоговых стимулов использования транспортных средств на нетрадиционных топливах.

Единая энергетическая политика ЕС все еще находится в стадии формирования. Это подтверждается и эволюцией проектов ТЕН-Е. Первые наброски ТЕН-Е относительно объединения европейских рынков газа и соединения линий электропередачи были сделаны в 1996 г. После нескольких ревизий в 1997, 1999, 2003 и 2006 гг. в ноябре 2008 г. появилась Зеленая книга, распространяющая ТЕН-Е на рынки нефти и квот на выбросы CO₂. Годом ранее Еврокомиссия предложила проверить возможность дополнить проекты ТЕН-Е водородом – энергоресурсом с нулевой эмиссией CO₂ [22]. Поскольку первые наброски проектов ТЕН-Е были связаны с поставками газа и электричества для промышленности и населения, именно незначительные «успехи» политики «20/20/20» вынудили администрацию ЕС включить в проекты ТЕН-Е традиционные и новые области. Очевидно, что использование и совершенствование существующих и хорошо освоенных нефтяных и газовых топлив никак не может мешать одновременному развитию других топлив. Только успешное развитие инфраструктуры биотоплив и водорода в отдельных странах Евросоюза позволит говорить в будущем о соединении таких «островов» в новые транспортные трассы на этих топливах.

4 В Германии, например, в 2009 г. на топлива применялись следующие налоги (евроцент/л): бензин – 65; дизель – 47; биодизель – 18; СУГ – 10; КПГ – 12; этанол и биогаз – 0.

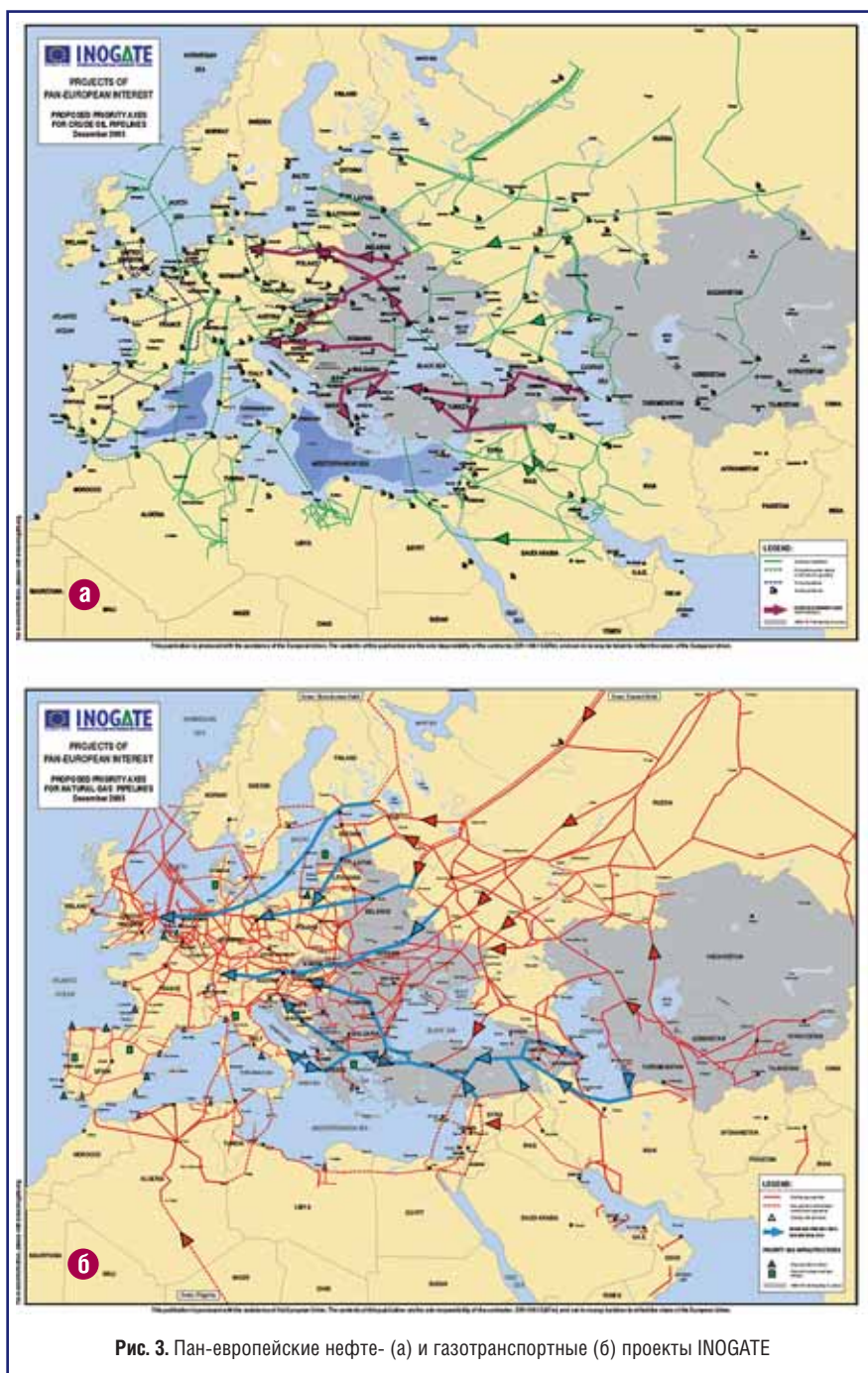


Рис. 3. Пан-европейские нефте- (а) и газотранспортные (б) проекты INOGATE

CO₂ не только от транспорта, работающего на КПГ, но и от предприятий европейской электроэнергетики и химической промышленности. Здесь российский газ сможет стать, например, производным ресурсом для гибридных электромобилей или получения водорода.

Прогнозируется, что потребление энергии мировым транспортом с 2010 по 2030 гг. возрастет на 50 % [1]. Соответственно увеличится и экологическая нагрузка. Это означает, что дальнейшее уменьшение эмиссий CO₂ даже при стагнировании внедрения водорода, электричества и биотоплива остается актуальным. Поэтому реализация проекта «голубых коридоров» [1], предложенная еще в 2002 г., до сих пор важна, так как возможности, предоставляемые российским газом, игнорировать нельзя.

Россия экспортирует газ в 19 государств Западной, Центральной и Юго-Восточной Европы, где крупнейшими импортерами остаются Германия, Турция, Италия, Великобритания и Франция. Общий объем экспорта российского газа в 2008 г. составил 184,4 млрд м³. Западная Европа, импортирующая 40 % потребляемого газа из России, является стратегическим направлением развития газотранспортных систем «Газпрома» [2]. Развитие транспортных коридоров вдоль существующей газотранспортной инфраструктуры (см. рис. 1 и рис. 3б) должно принести синергию, экономию и улучшение экологии для всех участвующих сторон.

Для успешной реализации таких проектов необходимо избегать энергетических конфликтов заинтересованных сторон по этническим признакам. Это в свою очередь уменьшит риски терроризма, направленного на газовую инфраструктуру, и повысит приток возможных инвестиций на ее развитие. Прямой доступ российским нефтегазовым компаниям на европейский энергетический рынок повысит заинтересованность России в реализации новых международных энергетических транспортных проектов [24]. Дальнейшая евразийская континентальная интеграция снизит необходимость строительства

энергетических трасс в обход России. В рамках нового евразийского экономического пространства Россия с ее огромными природными богатствами, по мнению А. Дугина, станет сердцем нового интеграционного образования.

Как известно, проект «голубых коридоров» уже был поддержан в ЕЭК ООН (2002 г.) и на саммите «большой восьмерки» в Санкт-Петербурге (2006 г.). Новым толчком к продвижению идеи «голубых коридоров» стало заседание экологической комиссии

Европарламента при участии NGVAE в сентябре 2009 г. [4]. Результатом должна стать новая «Белая книга», которая будет опубликована в 2010 г. и определит новые долгосрочные инициативы пан-европейской экологической транспортной политики.

Данная публикация является результатом исследований международных отношений Высшей экономической школы в Праге, финансируемых из институтских фондов по поддержке научной деятельности.

Литература

1. **Пронин Е.Н., Самсонов Р.О., Маленкина И.Ф.** Перспективы продления международных транспортных «голубых коридоров» Россия–Европа с использованием природного газа в качестве моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 6 (12). – С. 12-15.
2. **Дергачев В.А.** Международные экономические отношения. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 368 с. <http://www.dergachev.ru/book-10/16.html>.
3. **Макаров А.А.** Энергетика будущего: экономические проблемы. Презентация: Международный союз экономистов. Москва. Январь 2008.
4. A sustainable future for transport. Towards an integrated, technology-led and user-friendly system. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009. – P. 26.
5. **Vošta M.** Změny v rozmištnění světového hospodářství. 1. vyd. Praha : Nakladatelství Oeconomica, 2006. – 156 s.
6. **Sčerbanin J.A.** Energetická diplomacie Ruska. V: Energetická bezpečnost – geopolitické souvislosti. Praha: Professional Publishing, 2008. – S. 246-249.
7. Electric cars: On the road to greener transport? 25 August 2009. <http://www.euractiv.com/en/innovation/electric-cars-road-greener-transport/article-184705>
8. Альтернативные моторные топлива. Учебное пособие. – М.: Центр ЛитНефтеГаз. – 2008. – 288 с.
9. **Рубан А.Г.** Экономические стимулы применение КПГ на автотранспорте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 5 (11) – С. 27-31.
10. <http://www.worldlpgas.com>
11. <http://www.iangv.org>
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_electric_vehicle
13. <http://www.hydrogencarsnow.com>
14. <http://www.ngvaeurope.eu>
15. <http://www.aegpl.com>
16. <http://www.best-europe.org>
17. **Rao V., Saini J.** Hybrid Electric Vehicles Slowly But Surely Gain Market Share in Europe. 7 March 2007. http://www.greencarcongress.com/2007/03/hybrid_electric.html
18. **Derrick Y. Noh.** Linde CEO sees 6 million hydrogen vehicles in Europe by 2020. 16 October 2006. <http://green.autoblog.com/2006/10/16/linde-ceo-sees-6-million-hydrogen-vehicles-in-europe-by-2020/>
19. **Szurlej A.** Krajowy rynek CNG na tle wybranych państw UE. 13. Miedzynarodowe Forum Gazowe 2009. Warszawa, 18-19 Marca 2009.
20. Transport at a crossroads. EEA Report: Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. – 2009. – № 3 – P. 20.
21. <http://www.inogate.org>
22. Energy Corridors. European Union and neighboring countries. European Commission. Luxembourg, 2007. – P. 37-39.
23. **Miller A.** Zemní plyn: Energie XXI. Století // Plyn. Odborný měsíčník pro plynárenství. Praha: Český plynárenský svaz, Ročník XC, 2010. Číslo 7-8. – S. 148-149.
24. **Стариков Н.В.** Шерше ля нефть. Почему наш стабилизационный фонд находится там? – СПб.: Лидер, 2010. – С. 70-71.

Биоэнергетика объединяет предпринимателей Украины и Германии

Подготовка к реализации совместных проектов и прямых переговоров с финансовыми учреждениями Германии – таковы главные итоги прошедшего в Киеве в июле 2010 г. инвестиционного форума «Украина-Германия: совместные проекты в биоэнергетике».

Уже через несколько недель следует ожидать реализации новых германо-украинских проектов в области биоэнергетики, заявил один из организаторов форума, директор Ассоциации участников рынка альтернативного топлива и энергии Украины В.Давий. Его поддержал и представитель немецкой стороны А.Шютте (A.Schütte). Он назвал форум «прекрасной бизнес-площадкой для диалога и личного контакта между инвесторами и компаниями, реализующими проекты по биоэнергетике».

Немецкие инвесторы считают украинское законодательство в области биоэнергетики одним из самых прогрессивных в Восточной Европе и положительно оценивают введение «зеленого тарифа» на электроэнергию и других льгот для тех, кто внедряет альтернативные виды энергии. По словам Шютте, Германия заинтересована в развитии проектов в области биоэнергетики на Украине. При этом он заметил, что украинскому правительству еще предстоит добиться четкого исполнения законодательства в этой области и его соблюдения государственными органами.

Директор германского агентства Interprodukt В.Егоров подчеркнул, что пока Россия заметно опережает Украину, поскольку в РФ «наблюдается более тщательное

выполнение обязательств перед инвесторами и более деловой подход». Одним из факторов отставания Украины от других стран Восточной Европы в области развития биоэнергетики Егоров считает недостаточную базу по заготовке сырья для производства топливных паллет и брикетов.

Тем не менее, Егоров признал, что участие в инвестиционном форуме свидетельствует о растущем интересе немецких предпринимателей и правительства ФРГ к Украине. Эксперт сообщил, что продаж на украинском рынке европейских технологий производства топливных паллет и брикетов дело не заканчивается. «Более 95 % этой продукции идет из Украины на экспорт. А половина этого экспорта приходится на Германию и другие европейские страны», – сообщил Егоров.

По словам эксперта, если сегодня в Германии главными потребителями украинских топливных паллет и брикетов являются частные лица и мелкие компании, то в будущем «ожидается значительный рост потребления промышленных паллет, что открывает перед Украиной новые возможности и дает новые шансы». Это объясняется введением Европарламентом новых более жестких стандартов замещения традиционных источников тепла на возобновляемые. И эти критерии должны быть выполнены промышленностью стран ЕС до 2020 г.

«Немецкие технологии очень актуальны на Украине» – заявил в интервью Deutsche Welle В.Давий. Он уверен, что украинские компании это хорошо понимают и готовы к

заимствованию германского опыта построения цивилизованного биоэнергетического рынка в стране. Главной целью форума, по словам Давия, было налаживание контактов между украинскими и немецкими предпринимателями, чтобы максимально ускорить эти процессы и избежать ошибок и недоразумений, которые были допущены в Германии и других странах ЕС.

Самой большой проблемой для украинских компаний по производству биоэнергии является высокая цена немецких технологий, признал В.Давий. Но с другой стороны, «эргономичность немецкого оборудования в разы лучше украинского и его приобретение сокращает себестоимость производимой продукции, повышает эффективность и рентабельность работы предприятия». А высокое качество топливных паллет и брикетов становится гарантией возможности выгодно продать произведенное биотопливо за рубежом.

Украинский эксперт положительно оценил готовность немецких банков и других финансовых структур идти навстречу украинскому потребителю. По его словам, большинство банков Германии реализует программы поддержки экспорта. Благодаря им украинские предприниматели смогут закупать немецкие технологии по значительно более привлекательным кредитам, чем те, которые могут предложить украинские банки. Кроме того, украинцы могут рассчитывать еще и на лизинговые схемы, которые активно обсуждались партнерами с обеих сторон.

Новости из-за рубежа News from abroad

Концерн «Фольксваген» наращивает гамму метановых автомобилей

Немецкий концерн «Фольксваген» продолжает расширять гамму автомобилей, использующих в качестве топлива сжатый природный газ (КПГ). Совсем недавно на рынок вышел новый вариант автомобиля Passat Ecofuel. Автомобиль оснащен двигателем 1.4 TSI с универсальной системой



питания: газ или бензин. Запас природного газа составляет 28 м³, а бензина – 31 л. При расходе 6,7 м³ КПГ на 100 км Passat Ecofuel проходит на газе 400 км и 440 км – на бензине. Автомобиль Passat Ecofuel выбрасывает 119 г/км двуокиси углерода.

Наличие второго топлива (бензина) на борту – мера вынужденная. В связи с недостаточным развитием газозаправочной сети необходимо гарантировать возможность транспортному средству добраться до места назначения.

Электронный блок управления автомобилем по умолчанию настроен на природный газ. И только тогда, когда он заканчивается, машина автоматически переходит на бензин.

Фирма «Мерседес» также применяет концепцию резервного топлива. Автомобиль Мерседес E-200 NGT имеет общий пробег (КПГ + бензин) около 900 км. Можно предположить, что по мере увеличения числа АГНКС бензин как запасное топливо потеряет свою актуальность и будет полностью вытеснен с газовых автомобилей.

Еще одной новинкой концерна «Фольксваген» стал газовый кроссовер-минивэн CrossTouran стоимостью 27,7 тыс. евро. Он пополнил линейку кроссоверов CrossPolo и CrossGolf. Базовые характеристики автомобиля CrossTouran аналогичны характеристикам многоцелевой модели Touran MPV 2011 г. Кроссовер CrossTouran имеет увеличенный на 20 мм дорожный просвет, колеса (ширина протектора 215 мм на передних колесах и 235 мм – на задних) и диски большего диаметра, усовершенствованные амортизаторы. VW CrossTouran может оснащаться двигателем EcoFuel, работающим на КПГ.



Рабочий объем двигателя – 1 400 см³, максимальная мощность – 110 кВт (150 л.с.). При работе на КПГ CrossTouran выбрасывает 33 г/км двуокиси углерода. На 100 км пробега автомобиль расходует 5,8 м³ газа. Его общий запас на борту составляет 27 м³.

Олимпийское такси на водородных топливных элементах

Участие автомобилей, работающих на альтернативных видах моторного топлива, в обслуживании Олимпийских игр уже стало традицией. Не отказываются от нее и в Лондоне, готовящемся к летней Олимпиаде 2012 г. Компания Lotus, знаменитая своими эксклюзивными и спортивными автомобилями, выпустила такси, оборудованное водородными топливными элементами. Энергию накапливают литиево-полимерные аккумуляторы. Масса автомобиля 2,6 т. Автомобиль разгоняется до скорости 100 км/ч за 15,5 с, что на



7 с быстрее, чем обычное дизельное такси.

Автомобиль разработан специально для Олимпиады 2012 г. Игры будут обслуживать несколько таких такси и пять автобусов на водородных топливных элементах. По мнению разработчиков, данная технология позволит выполнить решение лондонского муниципалитета о том, что к 2020 г. абсолютно все столичные такси должны иметь нулевой уровень выбросов.

Магистральные тягачи переводят на КПГ

Японская газовая промышленность разработала стратегию поддержки производства высокоэффективных магистральных тягачей, работающих на КПГ. Расчеты показывают, что перевод «дальнобойщиков» на газ позволит сократить выбросы CO₂ на 7 млн т/год. В ряде муниципалитетов Страны восходящего солнца действует запрет на использование дизельного топлива. Поэтому для выполнения экологических требований дизельные грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности меняют на метановые. Прежде всего – это грузовики для внутригородских перевозок. Теперь же многие компании задумываются над переводом магистральных тягачей на газ. Здесь на первый план выйдут не экологические, а экономические соображения. К сожалению, пока



автомобильная промышленность Японии не выпускает таких автомобилей. Поэтому Японская газовая ассоциация и приняла решение о поддержке таких работ.

Новая стратегия, конечно, позволит японским газовикам решить и свои задачи: повысить экономическую эффективность своих АГНКС. Примером для японцев является сектор муниципальных пассажирских перевозок в Южной Корее. В этой стране 95 % муниципальных автобусов работают на КПГ. В национальных масштабах газовые автобусы всех форм собственности составляют 75 % общего автобусного парка, благодаря чему корейские АГНКС отпускают по 10-30 млн м³ природного газа в год.

Первый китайский буксир на СПГ

Компания China Natural Gas Inc – лидер национального рынка поставок газомоторного топлива – завершила испытания первого китайского буксира, работающего на сжиженном природном газе (СПГ). Пробная навигация проведена в г. Ухань на р. Янцзы. Общая масса буксира более 300 т. Судовой двигатель конвертирован для работы в газодизельном режиме. Коэффициент замещения равен 70 %. Уханьская паромная компания, которой принадлежит буксир, удовлетворена экологическими и экономическими результатами пробной навигации. Компания намерена продолжить изучение газовых технологий на сей раз на пассажирском судне. В случае успеха газодизельные суда получат широкое распространение на р. Янцзы. Руководитель газовой компании China Natural Gas г-н Цзы заявил: «Это достижение – большой шаг в истории новой энергетики Китая.



Оно будет способствовать сохранению природы и сокращению энергопотребления. Полномасштабное внедрение судов на СПГ будет осуществлено в ближайшие годы».

МЕТАИнфо

Chrysler готовит автомобиль на сжиженном газе

На июльской конференции в шт. Мичигане (США) глава компании Fiat поднял тему автомобилей на сжиженном газе. Глава итальянского концерна отметил, что такие двигатели могут стать эффективным решением для бренда Chrysler, который стремится сделать свои автомобили экологичнее.

К этому же плану обратился директор подразделения двигателей в компании Chrysler П.Ферреро (P.Ferrero), который сообщил, что к 2012 г. бренд будет отказываться от электричества и обратится к сжиженному газу. Строить автомобили будут на базе готовой линейки. Если удастся убедить правительство субсидировать это начинание, то Chrysler сможет предложить автомобили на сжиженном газе уже в 2011 г.

<http://www.automotonews.ru/models/chrysler/chrysler-gotovit-avto-nazhizhennom-gaze.html>

Стекловолоконные баллоны для КПГ

До недавнего времени одной из проблем использования газобаллонного оборудования для работы ДВС на КПГ были тяжелые стальные баллоны, которые рассчитаны на хранение газа под высоким давлением, поэтому для легковых автомобилей это было экономически нецелесообразно. Однако эту проблему удалось решить компании Gastank Sweden AB (Швеция), специализирующейся на производстве газовых баллонов. Специалисты компании представили миру баллон из высокопрочного стекловолокна Hiper-Tex. По словам создателей, баллон из новых материалов способен выдерживать большие ударные нагрузки. В настоящее время в мире для работы на КПГ ежегодно устанавливается ГБО почти на 2 млн автомобилей. Ранее каждый такой автомобиль вооружали несколькими тяжелыми стальными баллонами (до четырех). Теперь внедрение легких

баллонов позволит ежегодно иметь 18%-ный прирост автомобилей на КПГ. В особенности эта разработка будет интересна автопроизводителям, которые борются за снижение массы автомобиля.

Кстати, компания Gastank Sweden AB ранее внедрила еще одну оригинальную технологию, позволившую увеличить вместимость газовых баллонов. Вместо баллонов с круглым сечением ее инженеры создали баллон с сечением, приближенным к прямоугольному. Благодаря этому, при том же занимаемом объеме в автомобиле он вмещает на 30 % газа больше.

<http://www.autocentre.ua/news/Service/34568.html>

Альтернативное топливо становится все нужнее

Компания Boeing (США) создала прототип беспилотного самолета Phantom Eye, поднимающегося в воздух на водороде. Этот аппарат способен достигать высоты в 20 тыс. м и совершать безостановочный полет продолжительностью до 4 сут.

Ранее водородом наполняли дирижабли и воздушные шары, и говорить о высокой безопасности таких аппаратов не приходилось, поскольку водород с воздухом образуют взрывоопасную смесь – так называемый гремучий газ. Однако сейчас интерес к водородному топливу в авиации переживает новый всплеск. До сих пор его использовали и продолжают использовать в качестве ракетного топлива. Между тем водород, самый распространенный элемент во вселенной, остается весьма перспективным альтернативным топливом.

Новый Boeing Phantom Eye на водороде оснащен двумя четырехцилиндровыми двигателями с объемом каждого 2,3 л и мощностью по 110 кВт. Размах крыла аппарата равен 46 м. Испытания намечены на начало 2011 г.

В Министерстве обороны Великобритании также заявили, что изучают возможность применения беспилотных самолетов-шпионов как на водородном топливе, так и на солнечных батареях. Некоторые из моделей могут вести непрерывное наблюдение за местностью и находиться в воздухе больше недели.

<http://wingexpress.ru/node/2168>

Биогазовые и водородные технологии как инструмент повышения экоэффективности транспорта

Е.Н. Пронин,

зам. начальника управления ОАО «Газпром»

Развитие мировой экономики невозможно без развития транспортного сектора. Оно сопровождается ростом потребления моторного топлива и увеличением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Расширение использования альтернативных видов моторного топлива с более приемлемыми экологическими и экономическими свойствами – неизбежный глобальный императив. В настоящее время реальными коммерческими альтернативами бензину и дизельному топливу являются только сжиженный углеводородный и природный газы.

Ключевые слова: компримированный природный газ, метан, водород, биогаз, биометан.

Biomethane and Hydrogen Technologies as an Instrument for Building up Ecoefficiency of Transportation Sector

E.N. Pronin

The World economic development is impossible without further development of transportation sector. It is accompanied by escalation of fuel consumption and buildup of emissions. Expansion of alternative transportation fuels with more attractive environmental and economic properties is an inevitable global imperative. Today only LPG and natural gas are real commercial alternatives to gasoline and diesel.

Keywords: compressed natural gas, methane, hydrogen, biogas, bio-methane.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (оксидов углерода, азота, несгоревших углеводородов и др.) и одного из основных парниковых газов (двуокиси углерода) являются тепловые двигатели электростанций, компрессорных станций магистральных газопроводов, металлургические, химические комплексы и т.д. Однако главные загрязнители воздуха – двигатели транспортных средств. На их долю приходится 21 % выбросов CO₂, из них 17,5 % – на автомобильные двигатели. В мире в настоящее время уже

насчитывается примерно 900 млн автомобилей, и их количество продолжает расти. В связи с этим очевидно, насколько важной задачей является снижение токсичности отработавших газов и выбросов двуокиси углерода именно транспортными двигателями.

Основными альтернативами бензину и дизельному топливу сегодня считаются сжиженный углеводородный газ (СУГ) и компримированный природный газ (КПГ). Только эти два вида топлива получили широкое коммерческое распространение во всем мире. На долю автомобилей,

использующих СУГ и КПГ, приходится почти 3 % мирового автомобильного парка (рис. 1).

Остальные альтернативные технологии получили в значительно меньшей степени коммерческое развитие.

После СУГ и КПГ наиболее распространены сегодня биологическое топливо, электрический привод, гибридные схемы, водород, а также различные комбинации традиционных и альтернативных технологий.

Биометан

Под биотопливом принято понимать целую гамму различных энергоносителей, к которым, как правило, относят различные виды твердых, жидких и газообразных энергоносителей, получаемых искусственным путем и используемых для производства тепловой и электрической энергии, а также в качестве моторного топлива.

Сырье для получения биотоплива также разнообразно, как и виды этого биотоплива. Например, рапс, соя и подсолнечник позволяют получить так называемое биодизельное топливо; кукуруза, сахарная свекла, картофель, сахарный тростник – биоэтанол (спирты). Биогаз, сточные воды, свалочный газ являются источниками биометана. Древесина, солома, органические отходы – ресурсная основа для синтетических видов жидкого и газообразного топлива, метанола.

Германское общество устойчивого развития и использования биогаза и биоэнергии (GERBIO) утверждает, что с 1 га сельскохозяйственных земель можно получить столько биометана, сколько необходимо для пробега автомобилем (с расходом 7,4 л бензина или 6,1 л дизельного топлива на 100 км) расстояния в 67,6 тыс. км, что в 1,7 раза длиннее экватора; синтетического жидкого топлива – на 64 тыс. км; рапсового масла и рапсового биодизеля – на 23,3 тыс. км; биоэтанола из злаковых культур – на 22,4 тыс. км. А если еще поработать над отходами переработки рапса и злаков, то можно «выжать» топлива еще на 14-18 тыс. км. Звучит это очень заманчиво,

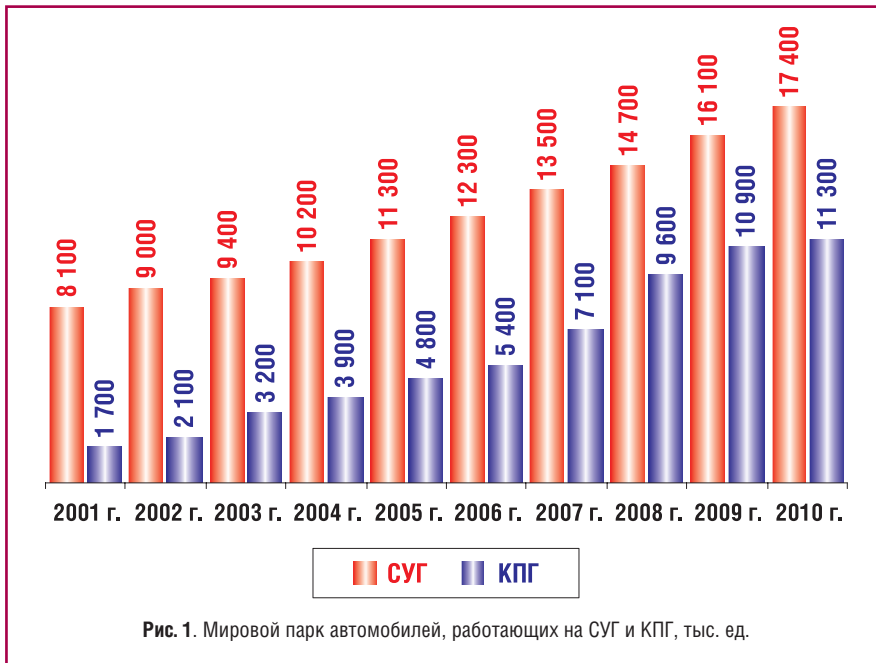


Рис. 1. Мировой парк автомобилей, работающих на СУГ и КПГ, тыс. ед.

особенно если принять во внимание, что к главным преимуществам биотоплива относятся его повышенная экологическая безопасность и условно бесконечная возобновляемость.

Наиболее привлекательной моторной альтернативой является биометан, основу которого составляет биогаз. Главный недостаток биометана – его дороговизна. Причина этого кроется в самой его природе. Биогаз, получаемый из органики, может использоваться в качестве котельного топлива. Но вот для транспортных двигателей он совершенно не подходит. Доля метана в биогазе составляет всего 50-70 %. Следовательно, его нужно дополнительно «насыщать» метаном, то есть доводить до уровня качества трубного газа.

В качестве конкретного примера рассмотрим компонентный состав

(таблица) биогаза, получаемого в Москве на Курьяновских очистных сооружениях, в сравнении с КПГ.

Как видно из приведенной таблицы, практически по всем базовым показателям биометан в значительной степени отличается по характеристикам от КПГ. Этот газ успешно используется для производства тепловой и электрической энергии, но не может применяться в качестве моторного топлива.

Курьяновские очистные сооружения оборудованы 24 метантенками, обеспечивающими выработку биогаза в объеме 130-140 тыс. м³/сут. Биогаз подается на мини-ТЭС электрической и тепловой мощностями соответственно 10 МВт и 6,9 Гкал/ч. Общий КПД ТЭС составляет 84,6 %. Инвестиционная стоимость ТЭС – 29,6 млн евро. Стоимость электроэнергии

Компонентный состав биогаза и КПГ

Наименование показателя	КПГ	Биогаз
Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м, не менее	31800	24000
Относительная плотность к воздуху	0,55-0,70	0,808
Объемная доля, %		
метана	90±5	71,3
азота	0-4	4,165
диоксида углерода	1	24,069
сероводорода	0,02	0,036
Концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более	0,036	0,0007
Масса механических примесей в 1 м ³ , мг, не более	1,0	0,0159

составляет 2,13 руб./кВт·ч (без учета инвестиционной составляющей – 1,80 руб./кВт·ч); тепловой энергии – 755 руб./Гкал. Расчетный срок окупаемости – 15 лет.

О коммерческом соотношении различных видов альтернативных видов топлива в современных ценовых условиях достаточно наглядно говорят приведенные данные на рис. 2.

ОАО «Газпром» начинает работу по созданию опытной технологии переработки биогаза в биометан на Курьяновских очистных сооружениях для заправки технологического автотранспорта муниципального предприятия Мосводоканал.

Существуют прогнозы, утверждающие, что к концу 21 в. природный газ будет полностью вытеснен с рынка альтернативных видов моторного топлива и заменен биометаном (рис. 3). Вероятно, это слишком смелый прогноз.

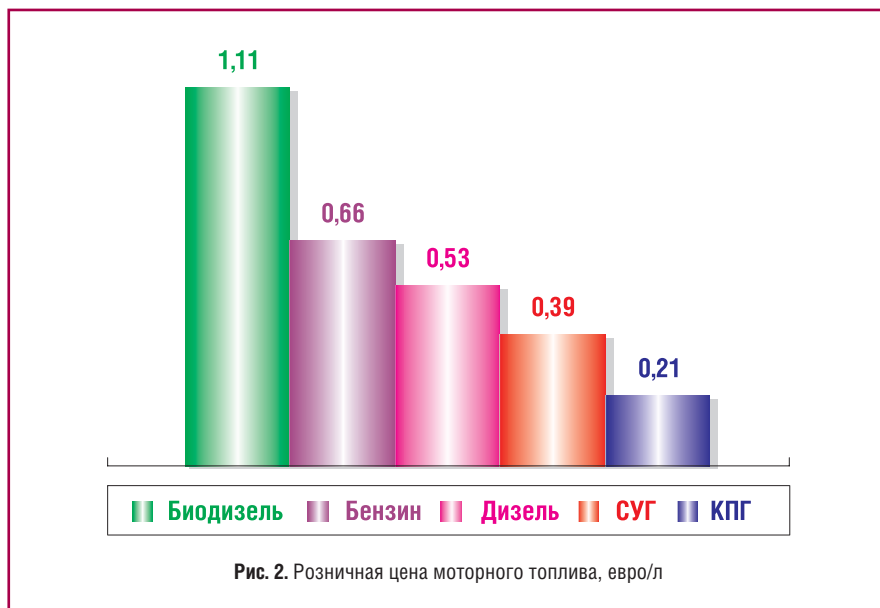
Водород

Эта тема намного шире и сложнее темы биометана. Если в случае с биометаном используются практически те же технологии компримирования или сжижения, те же системы и технологии хранения, транспортировки, заправки и применения и та же сложившаяся заправочная инфраструктура, что и у природного газа, то в случае с водородом приходится говорить о совершенно новом технологическом, нормативно-правовом, экономическом и логистическом комплексе.

Прикладные исследования в области автомобильного водорода ведутся во многих странах мира и по многим направлениям. В различной степени проработки и коммерческой готовности находятся следующие технологии использования водорода в качестве моторного топлива.

Компримированный водород

Как правило, он хранится в баллонах при давлении 35 или 70 МПа. Делается это для увеличения дальности пробега автомобиля на одной заправке. Одним из уязвимых мест данной



технологии является стоимость баллонов. Сегодня в массовом производстве баллоны для КПГ в зависимости от типа стоят от 3 до 20 долл. США за литр объема. Сколько стоят баллоны для водорода с рабочим давлением 70 МПа можно только догадываться.

Сжиженный водород

При сжижении водорода его объем уменьшается в 700 раз. Следовательно, имеется возможность хранить большой запас топлива на борту при невысоких давлениях. Но для хранения жидкого водорода требуется создать криогенные системы с рабочими температурами от -253 до -256 °С. Одной из проблем при создании криогенных систем хранения водорода в жидком состоянии явля-

ется то, что в таком виде он находится в узком интервале температур: от точки кипения 20 К до точки заморозки 17 К. Если температура поднимается выше точки кипения, водород переходит из жидкого состояния в газообразное, ниже точки заморозки – переходит в твердое состояние.

Адсорбированный водород

Теоретически привлекательной кажется возможность создания системы хранения водорода на борту транспортной машины, основанной на адсорбции водорода гидридами металлов (гидриды магния, железотитановых сплавов и др.).

Гидриды, однако, хранят водород с небольшой плотностью энергии на единицу массы, а процессы их заправ-

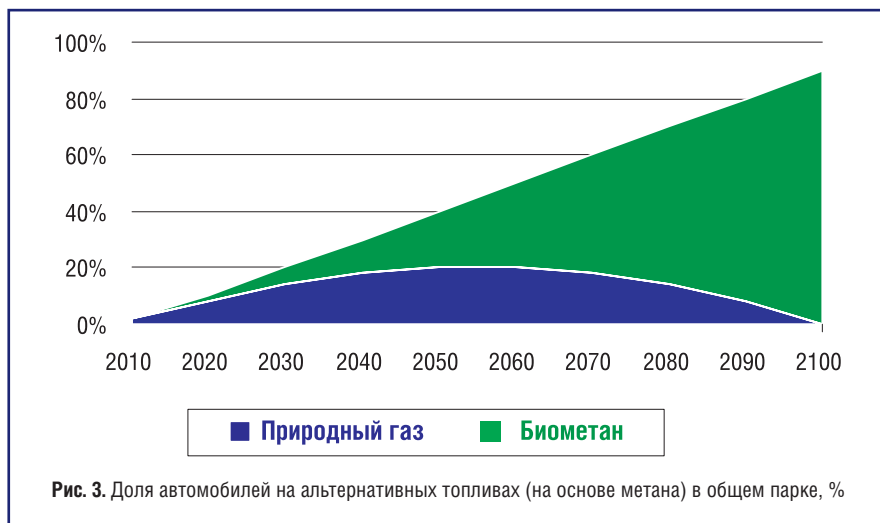
ки идут недопустимо медленно. Извлекают водород из гидрида методом гидролиза и термической диссоциации при температуре от 150 до 300 °С. Чтобы избежать больших затрат энергии, нужно добиться высвобождения водорода при температурах около 80 °С. Исследования в этой области только начинаются.

Ведутся работы над созданием наномолекулярных структур, пористых углеродных материалов, потенциально способных вмещать большое количество водорода или метана при нормальных давлениях.

Водородные добавки

Все перечисленные технологии, в конечном счете, дорогостоящи и пока неконкурентоспособны. Однако ситуация не безвыходная. В качестве компромисса водород можно использовать в транспортных двигателях в качестве улучшающей добавки к обычному жидкому или газообразному углеводородному топливу. Доля водорода в топливной смеси составляет всего 5-10 %. Водород можно получать на борту автомобиля или на АГНКС. Работы, проведенные в этом направлении РФЯЦ-ВНИИЭФ и Институтом катализа им. Г.К Борескова СО РАН, показали, что использование метано-водородных смесей приводит к снижению выбросов CO и NO_x практически до уровня требований «Евро-4» без применения нейтрализаторов с одновременным увеличением КПД на 20-40 % на режимах малых нагрузок и холостом ходу. Данная технология может найти применение не только на автотранспорте, водород можно добавлять в любой топливный газ.

Работа над метано-водородными смесями ведется в ряде стран и, в частности, во Франции. Компания GDF Suez владеет правами собственности на название Hythane (hydrogen + methane) и финансирует исследования по производству смеси непосредственно на АГНКС. Россия, как уже говорилось, пока идет по пути получения газового коктейля на борту транспортного средства.



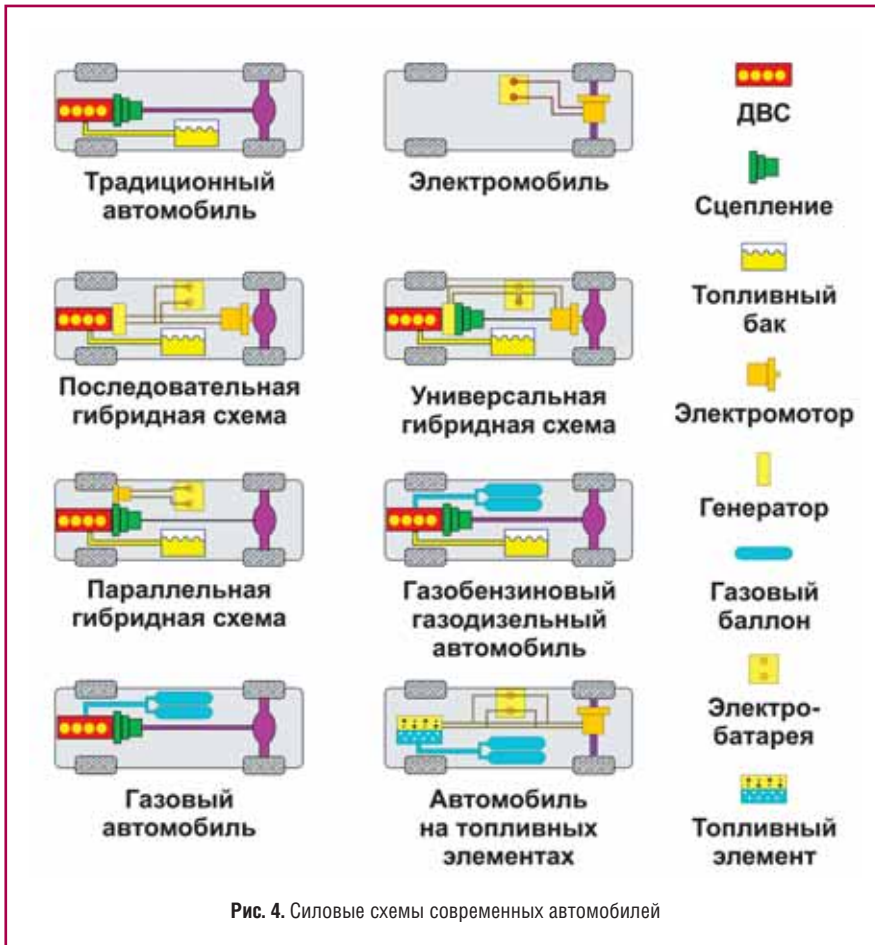


Рис. 4. Силовые схемы современных автомобилей

внутреннего сгорания и электромотором. В современных гибридных схемах (рис. 4) электричество получают с помощью топливных элементов на протонообменных мембранах. Водород, участвующий в процессе, можно получать с помощью бортового конвертера метана или хранить в отдельном баллоне.

Таковы основные направления работ в области применения биологических и водородных технологий для замещения бензина и дизельного топлива на транспорте.

Как заявил в своем докладе на годовом собрании ЕДК в Канне (Франция) 10 июня 2010 г. президент ЕДК, председатель правления ОАО «Газпром» А.Миллер: «Природный газ будет играть все большую роль».

Это – одна из причин, по которой правление и президиум ЕДК поддержали декабрьскую инициативу НГА о проведении исследования нормативно-правовых условий строительства АГНКС в странах Европы. Природный газ еще долго будет оставаться одним из важнейших компонентов в мировом балансе моторных топлив!

Топливные элементы

Данная технология также имеет непосредственное отношение к

водороду. Гибридный автомобиль – это автомобиль, оборудованный двумя силовыми агрегатами: двигателем



Уважаемые читатели!



Национальная газомоторная ассоциация выпустила в свет специальный выпуск Международного научно-технического журнала «Транспорт на альтернативном топливе», в котором полностью опубликован **Итоговый доклад Международного газового союза**, подготовленный в 2006-2009 гг. Исследовательской группой 5.3 «Транспортные средства на природном газе» Рабочего комитета 5 «Использование газа». Доклад был представлен на Мировом газовом конгрессе МГС, состоявшемся 5-9.10.2009 г. в г. Буэнос-Айрес (Аргентина).

Эксклюзивное право публикации этого доклада предоставлено единственному российскому изданию – редакции журнала «Транспорт на альтернативном топливе».

В Итоговом докладе сделан подробный анализ использования природного газа (метана) в качестве газомоторного топлива, а также других видов альтернативного моторного топлива на транспорте в странах, представляющих различные регионы мира – Европа, Северная и Латинская Америка, Азиатско-Тихоокеанс-

кий регион, Ближний Восток, Россия и страны СНГ. Проанализированы факторы, способствующие развитию национальных газомоторных рынков и сдерживающие его. Представлен обзор современных и перспективных газозаправочных и газоиспользующих технологий в различных странах мира.

Объем специального выпуска журнала «Транспорт на альтернативном топливе» – 96 стр. формата А4. Рассылка спецвыпуска будет производиться только по заявкам читателей с предварительной оплатой. Тираж ограничен, поэтому просьба оперативно присылать заявки на спецвыпуск.

Стоимость 1 экз. бумажного варианта – 1500 руб. + 10% НДС.

В электронном виде доклад не распространяется.

Заявки на получение специального выпуска журнала принимаются по телефонам **(495) 363-94-17, 321-50-44**, или по электронной почте **transport.2@ngvrus.ru**



Использование природного газа – решение экологических проблем отечественного автотранспорта

Н.Г. Кириллов,

старший научный сотрудник Военного инженерно-технического института (ВИТИ), заслуженный изобретатель РФ, д.т.н.,

А.Н. Лазарев, доцент ВИТИ, к.т.н.

В статье проанализирована ситуация с экологическими последствиями эксплуатации автомобильного транспорта и влиянием вредных компонентов отработавших газов на здоровье людей. Отмечено, что за рубежом одним из наиболее перспективных направлений снижения негативного влияния автотранспорта на окружающую среду является широкое использование природного газа в качестве моторного топлива.

Ключевые слова: природный газ, экология транспорта, вредные компоненты отработавших газов, сжиженный природный газ.

Natural gas as the decision of environmental problems of domestic motor transport

N.G. Kirillov, A.N. Lazarev

The situation with ecological consequences of operation of motor transport and influence of harmful components of the fulfilled gases on people health is analyzed in the article. It is marked, that abroad one of the most perspective directions of reduction of negative influence of motor transport on an environment is wide use of natural gas as motor fuel.

Keywords: natural gas, ecology of the transport, harmful components of the fulfilled gases, the liquefied natural gas.

Традиционные нефтепродукты – основные источники экологических проблем автотранспорта

Сегодня трудно представить человечество без автомобильного транспорта. Автомобильный транспорт является самой динамичной и быстроразвивающейся отраслью мировой экономики, обеспечивая транспортные услуги в различных областях деятельности человека. При этом необходимо отметить, что транспорт является главным потребителем нефти (по оценкам специалистов до 70% от

общего объема добычи), поскольку в качестве моторного топлива в основном используются продукты нефтепереработки – бензин и дизельное топливо. Являясь безусловным благом нашей цивилизации, автотранспорт имеет обратную, негативную сторону – он наносит колоссальный вред здоровью людей и окружающей среде вредными веществами, содержащимися в отработавших газах [1].

При сжигании 1 кг бензина из атмосферы извлекается 2,9 кг кислорода, что соответствует 13,7 кг воздуха, а обратно выбрасывается до 140 г

углекислого газа, до 60 г углеводов (C_xH_y), до 10 г окислов азота (NO_x) и огромное количество полиароматических углеводородов (ПАУ), являющихся наиболее канцерогенными веществами. С учетом того, что суммарная мощность двигателей транспортных средств в целом превосходит суммарную мощность электростанций, применение традиционного нефтяного моторного топлива на транспорте вступает в жесткое противоречие с решениями, принятыми в рамках Киотского протокола и климатической конвенции (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), определяющих значительное сокращение выбросов CO_2 и других парниковых газов в XXI в. В настоящее время автотранспорт является основным виновником таких проблем как глобальное потепление, парниковый эффект, кислотные дожди, смог, ухудшение здоровья и сокращение жизни значительной части человечества.

Если в 1896 г. в мире всего было четыре автомобиля, то в 1920 г. уже около 10 млн. автомобилей. В настоящее время мировой автомобильный парк насчитывает более 750 млн. ед. и продолжает быстро расти. Сейчас в мире каждые две секунды с конвейеров автомобильных заводов сходит новый автомобиль, что приводит к резкому повышению автомобилизации населения мира. В 2005 г. на 1000 чел. в мире приходилось около 120 автомобилей, в 2025 г. эта цифра увеличится до 160 ед. (рис. 1). И если в развитых странах Европы и США насыщение достигло практически своего предела (в США уже насчитывается более 500 автомобилей на 1000 жителей страны), то в развивающихся странах автомобилизация населения стремительно растет.

Для примера можно привести ситуацию, складывающуюся в странах бассейна Тихого океана. В 1993 г. в странах Азии и Тихого океана насчитывался 91 млн. легковых автомобилей, к 2020 г. их там будет уже более

500 млн. ед. Причем Китай, самая населенная страна мира, по числу частных автомобилей превзойдет Японию в три раза. А ведь всего лишь 10-15 лет назад в КНР легковой частный автомобиль являлся большой роскошью.

По оценкам зарубежных специалистов, если сегодняшний темп прироста автомобилей сохранится в ближайшие 20 лет, то уже в 2025 г. в мире будет свыше 1,5 млрд. автомобилей.

Естественно, что столь интенсивное развитие автотранспорта стало оказывать серьезное негативное воздействие на все компоненты биосферы. Антропогенное воздействие на окружающую среду от использования автотранспортных средств определяется огромным количеством вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу вместе с отработавшими газами автомобилей. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат сложную смесь, насчитывающую более двухсот компонентов, среди которых немало канцерогенов, например, окислов свинца, тетраэтилсвинца и т.д. Так, только один легковой автомобиль поглощает ежегодно из атмосферы в среднем больше 4 т кислорода, выбрасывая с отработавшими газами примерно 800 кг окиси углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Только в России общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых отечественными автомобилями в атмосферу, превышает цифру в 30 млн. т [2].

В связи с тем, что отработавшие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, а процесс их рассеяния значительно отличается от процесса рассеяния высоких стационарных источников, вредные вещества находятся практически в зоне дыхания человека. Поэтому автомобильный транспорт следует отнести к категории наиболее опасных источников загрязнения атмосферного воздуха вблизи автомагистралей.

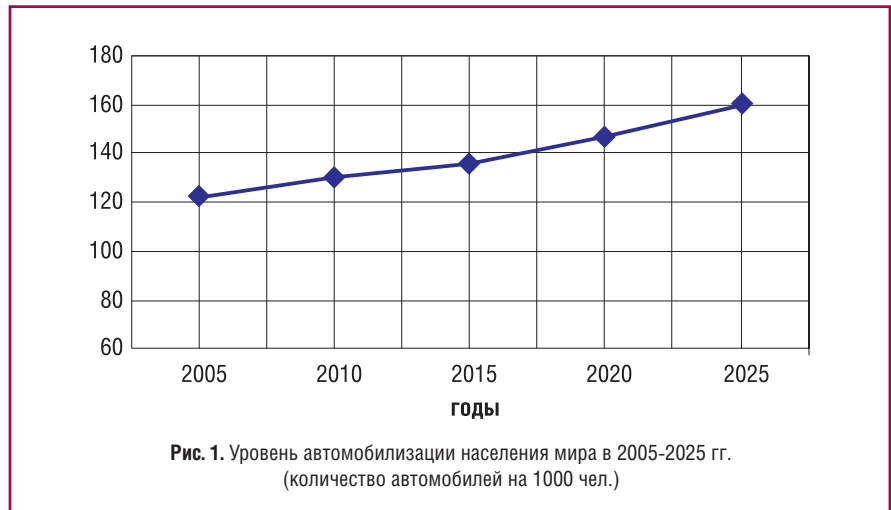


Рис. 1. Уровень автомобилизации населения мира в 2005-2025 гг. (количество автомобилей на 1000 чел.)

Состав и объемы выбросов во многом зависят от типа двигателя автотранспортного средства. В табл. 1 показан состав вредных веществ в отработавших газах карбюраторных и дизельных двигателей.

Чтобы реально оценить негативное влияние компонентов отработавших газов автотранспорта на окружающую среду и человека, рассмотрим свойства основных из этих компонентов.

Оксиды азота
(NO, NO₂, N₂O, N₂O₃, N₂O₅,
в дальнейшем – NO_x)

Оксиды азота являются одними из наиболее токсичных компонентов отработавших газов. При нормальных атмосферных условиях азот представляет собой весьма инертный газ. При высоких давлениях и особенно

температурах азот активно вступает в реакцию с кислородом. В отработавших газах двигателей более 90% всего количества NO_x составляет оксид азота NO, который еще в системе выпуска, а затем и в атмосфере легко окисляется в диоксид (NO₂). Оксиды азота раздражающе воздействуют на слизистые оболочки глаз, носа, разрушают легкие человека, так как при движении по дыхательному тракту они взаимодействуют с влагой верхних дыхательных путей, образуя азотную и азотистую кислоты. Как правило, отравление организма человека NO_x проявляется не сразу, а постепенно, причем каких-либо нейтрализующих средств нет. Считается, что для организма человека оксиды азота примерно в 10 раз опаснее CO, а при учете вторичных превращений – в 40 раз.

Таблица 1

Компоненты отработавшего газа	Содержание по объему, %		Примечание
	Двигатели		
	бензиновые	дизели	
Азот	74,0-77,0	76,0-78,0	Нетоксичен
Кислород	0,3-8,0	2,0-18,0	Нетоксичен
Пары воды	3,0-5,5	0,5-4,0	Нетоксичны
Диоксид углерода	5,0-12,0	1,0-10,0	Токсичен
Оксид углерода	0,1-10,0	0,01-5,0	Токсичен
Углеводороды неканцерогенные	0,2-3,0	0,009-0,5	Токсичны
Альдегиды	0-0,2	0,001-0,009	Токсичны
Оксид серы	0-0,002	0-0,03	Токсичен
Сажа, г/м ³	0-0,04	0,01-1,1	Токсична
Бензапирен, мг/м ³	0,01-0,02	до 0,01	Канцероген

Оксид углерода (СО – угарный газ)

Прозрачный, не имеющий запаха, ядовитый газ немного легче воздуха, плохо растворим в воде. Оксид углерода – продукт неполного сгорания топлива, на воздухе горит синим пламенем с образованием диоксида углерода (углекислого газа).

В камере сгорания двигателя СО образуется при неудовлетворительном распыливании топлива, в результате холоднотеплых реакций, при сгорании топлива с недостатком кислорода, а также вследствие диссоциации диоксида углерода при высоких температурах. Необходимо отметить, что при эксплуатации дизелей концентрация СО в отработавших газах невелика (примерно 0,1-0,2%), поэтому, как правило, концентрация СО определяется для бензиновых двигателей.

Оксид углерода при вдыхании попадает в кровь человека и вытесняет из нее кислород, при этом поражаются нервная система и сердечная мышца (из-за чего возникает стенокардия). Предельно допустимая концентрация (ПДК = 1 мг/м³) даже при кратковременном воздействии вызывает смерть.

Бензапирены

Чрезвычайно опасны для человека даже при очень малых концентрациях, так как обладают свойством накапливаться в организме (особенно в крови) до критических концентраций, вызывая раковые заболевания. Канцерогенные вещества, как любая мелкая пыль, накапливаются на частицах сажи при выбросе отработавших газов.

Свинцовые соединения (Pb)

Это опасные для здоровья человека компоненты отработавших газов, которые накапливаются и не выводятся из организма человека. Свинцовые соединения поражают органы и ткани организма, нервную систему, желудочно-кишечный тракт, нарушают

обменные процессы. Около 70% свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадают в атмосферу с отработавшими газами, из них 30% оседают на земле сразу, а 40% остаются в атмосфере. Один грузовой автомобиль средней грузоподъемности выделяет 2,5-3 кг свинца в год. Мировой автопарк ежегодно выбрасывает в атмосферу около 250 тыс. т свинца в виде аэрозолей.

Углеводороды (C_nH_m – этан, метан, этилен, бензол, пропан, ацетилен и др.)

Углеводороды – органические соединения, молекулы которых построены только из атомов углерода и водорода, являются токсичными веществами. В отработавших газах содержится более 200 различных углеводородов. Они играют активную роль в образовании биологически активных веществ, вызывающих раздражение глаз, горла, носа и их заболевания и наносящих ущерб растительному и животному миру.

Углеводородные соединения оказывают наркотическое действие на центральную нервную систему, могут являться причиной хронических заболеваний, а некоторые ароматические СН обладают отравляющими свойствами.

Смог

Вредные вещества отработавших газов автотранспорта, поступая в атмосферу, вступают в реакцию между собой и образуют новые, зачастую еще более токсичные соединения. В атмосфере при этом происходят реакции фотосинтеза, окисления, восстановления, полимеризации, конденсации, катализа и т.д. Так образуется смог – ядовитый туман, представляющий собой аэрозоль, состоящий из дыма, тумана, пыли, частичек сажи, капелек жидкости и возникающий в атмосфере крупных городов при определенных метеорологических

условиях. Смог вызывает раздражение слизистых оболочек, особенно глаз, может вызвать головную боль, отеки, кровоизлияния, осложнения заболеваний дыхательных путей. Ухудшает видимость на дорогах, увеличивая тем самым количество дорожно-транспортных происшествий.

Опасность смога для жизни человека велика. Например, лондонский смог 1952 г. называют катастрофой, так как за четыре дня от смога погибло около 4 тыс. человек. Наличие в атмосфере хлористых, азотных, сернистых соединений и капелек воды способствует образованию сильных токсичных соединений и паров кислот, что губительно сказывается на растениях, а также наносит вред сооружениям, особенно историческим памятникам, сложенным из известняка.

Для решения экологических проблем использования традиционных нефтепродуктов в автомобильном транспорте практически во всех развитых странах мира были приняты меры по регулированию выбросов в атмосферу вредных компонентов отработавших газов автомобилей, а экологичность транспорта на стадии его проектирования стоит в одном ряду с его потребительскими качествами и безопасностью. Так, в настоящее время в развитых странах ЕС введены нормы «Евро-4» (для грузовых автомобилей «Евро-5»), которые на 70-80% ужесточили требования к концентрации вредных веществ в отработавших газах автомобилей за последние 10 лет [3].

К сожалению, это не относится к России. Хотя официально наша страна перешла на стандарт «Евро-3» в 2008 г., большинство из 45 млн. автомобилей страны не соответствует даже устаревшим европейским экологическим требованиям «Евро-2». Средний возраст автотранспортных средств остается значительным и составляет более 10 лет, в том числе 10% парка составляют

автомобили, эксплуатируемые свыше 15 лет, полностью изношенные и подлежащие списанию. Официально заявлено, что выпуск автомобилей в России, соответствующих стандарту «Евро-4», будет начат с 2012 г. Однако в это верится с трудом. Во-первых, введение «Евро-4» уже переносилось (его планировали внедрить в 2010 г.). Во-вторых, нужна как минимум федеральная целевая программа, в которой бы содержались реальные меры по обеспечению своевременного перехода российских автопроизводителей на выпуск автомобилей, соответствующих экологическим стандартам «Евро-4». Ее пока нет, а ведь требуются значительные финансовые ресурсы для существенной модернизации производственных линий отечественных автомобильных заводов для создания новых современных двигателей и трансмиссий.

Более того, до настоящего времени нет даже регламента по соответствию нефтяного моторного топлива этому стандарту. Нерациональная структура отечественной нефтепереработки определяет низкое качество производимых марок бензинов и дизельного топлива, не соответствующих международным требованиям Всемирной топливной хартии. Это связано с тем, что если в развитых странах запрещено применение этилированного бензина, то в России из 25 заводов по переработке нефти только 9 выпускают неэтилированные бензины. Не лучше данные и по такому показателю как сера. Три четверти производимого в России дизельного топлива содержат серы 0,2% и чуть менее, а четверть даже более 0,2%. Хотя в развитых странах предельная норма серы – 0,05%. К сожалению, расчеты показывают, что отечественная нефтеперерабатывающая промышленность в ближайшие 10 лет не сможет удовлетворить растущий спрос на высококачественные нефтепродукты.

Отечественный автотранспорт как угроза экологической катастрофы в российских мегаполисах

Проблемы экологической безопасности автомобильного транспорта являются составной частью экологической безопасности страны. Значимость и острота этой проблемы растут с каждым годом. Вызывает тревогу тот факт, что, несмотря на ежегодно увеличивающиеся на 3,1% объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств, в стране практически не принимается никаких мер по решению проблемы улучшения экологических качеств автотранспорта. В результате величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса России превысила 4 млрд. долл. США и продолжает расти.

Несоответствие транспортных средств экологическим требованиям при продолжающемся увеличении транспортных потоков приводит к постоянному возрастанию загрязнения атмосферного воздуха. Наиболее опасно то, что в России от автотранспорта за год в атмосферу поступает огромное количество канцерогенных веществ (более 40 тыс. т бензола, около 25 тыс. т формальдегида и 2,5 т бензапирена) и реально нависла угроза жесточайшего экологического кризиса. Особенно критическое положение сложилось в мегаполисах, где уровень выбросов вредных веществ от автотранспорта достигает 90%. Уровень концентрации оксидов азота, углерода и других вредных веществ в крупных российских городах в 10-18 раз превышает предельно допустимые концентрации.

Так, в настоящее время автомобильный парк Москвы превышает 3 млн. автомобилей, которые потребляют за год около 5 млн. т бензина и дизельного топлива. При этом в виде отработавших газов, продуктов испарения бензина и других вредных

примесей в атмосферу ежегодно выбрасывается не менее 1 млн. т загрязняющих веществ. Не лучшее состояние и в других крупных городах России. Как следует из материалов доклада «О состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды на здоровье населения Свердловской области в 2005 г.», выбросы от автомобильного транспорта в атмосферу Екатеринбурга составили 192,066 тыс. т. Доля выбросов от автомобильного транспорта в общем загрязнении атмосферы города составила 91,7%.

Вредные вещества при эксплуатации автотранспортных средств поступают в воздух с отработавшими газами, испарениями из топливных систем и при заправке, а также с картерными газами. Еще одним источником загрязнения окружающей среды при росте автомобилизации населения и использования нефтепродуктов являются испарения моторного топлива на существующих автозаправочных станциях (АЗС). В основном потери нефтепродуктов на АЗС в виде испарений из резервуаров происходят в результате больших «дыханий» резервуаров в процессе «налива-слива». В зависимости от условий (температуры окружающей среды, объема газового пространства в резервуаре и т.д.) концентрация бензина в вытесняемой из резервуара паровоздушной смеси может достигать существенной величины – до 1,2 кг в 1 м³. Ориентировочные расчеты потерь бензина на АЗС показывают, что при «большом дыхании» резервуара объемом 20 м³ в атмосферу испаряется зимой 11 л, а летом – 23 л бензина. При ежесуточном одноразовом заполнении резервуара в течение месяца в атмосферу попадает зимой 330 л бензина, а летом – 690 л. Таким образом, среднегодовые потери бензина на АЗС из одного резервуара объемом 20 м³ составляют более 6 т.

В настоящее время по всей России продолжает наблюдаться интенсивное

строительство автозаправочных станций. Так, если в 1998 г. в Москве было около 650 АЗС, то в настоящее время их количество составляет более 1000 ед. В расчете на количество действующих в Москве АЗС в год в атмосферу выбрасывается более 10 тыс. т паров бензина. Примерно такое же количество паров нефтепродуктов попадает в атмосферу из баков автомобилей при их заправке [4].

Подсчитано, что в целом по РФ ежегодные выбросы вредных веществ от автотранспорта и АЗС составляют около 180 кг на каждого жителя страны. Представьте себе: по 180 кг опасной канцерогенной смеси обрушивается на вас и ваших близких ежегодно! Неудивительно, что по некоторым оценкам нынешний уровень загрязнения атмосферы ведет к росту числа заболеваний и сокращению, в среднем на пять лет, срока жизни наших соотечественников. Например, в одном из докладов Минприроды РФ говорится: «Загрязнение атмосферного воздуха... оказывает негативное влияние на здоровье россиян. За последние пять лет заболеваемость взрослого населения хроническим бронхитом возросла в 1,7 раза, обращения граждан по поводу приступов бронхиальной астмы увеличились на 30%. Заболеваемость детей выросла в 1,5 раза. В зонах сверхнормативного загрязнения воздуха проживает 10-15 млн. горожан, а численность населения, находящегося на территориях, где уровень шума превышает допустимые пределы, составляет 30 млн. чел».

Это еще раз подтверждает то, что Россия продолжает стремительно

двигаться к экологической и демографической катастрофам.

В настоящее время многие зарубежные моторостроительные фирмы взяли курс на соответствие стандартам «Евро-6» и на решение задач достижения нулевой (Zero) токсичности отработавших газов. В то же время следует признать, что производимые в России автомобили будут еще 10-15 лет отставать по показателям экологичности от автомобилей, выпускаемых в промышленно развитых странах. Поэтому, в настоящее время действенным механизмом повышения экологичности отечественного автотранспорта является его массовый перевод на альтернативные виды топлива, что позволит обеспечить сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду до уровня, отвечающего жестким европейским нормам.

Природный газ – экологически чистое моторное топливо

Анализ оценки использования различных видов моторного топлива по критерию экологичности показывает, что наиболее чистым топливом является природный газ [5]. Эмиссия токсичных компонентов в отработавших газах двигателей, работающих на различных видах топлива, при оптимальной регулировке топливной аппаратуры приведена в табл. 2. Выбросы при сжигании бензина приняты за 100% (используется неэтилированный бензин).

Для России количественное представление об экологической опасности токсичных компонентов, попадающих

в атмосферу при использовании различных топлив, можно получить из нормативов платы за загрязнение атмосферы (Постановление СМ РФ от 9.01.91 г. № 13). Приняв коэффициент экологической опасности CO равным 1, для C_xH_y получим – 2, для NO_x – 70, сажи – 60, оксидов свинца – 10 000, тетраэтилсвинца (при утечках и разливе бензина) – 1 000 000, а для бензапирена – 3 000 000.

Результаты исследований токсичности газобаллонных автомобилей показывают, что при замене бензина на природный газ выброс токсичных составляющих (г/км) в атмосферу города снизился: оксида углерода в 5-10 раз, углеводородов – в 3 раза, окислов азота – в 1,5-2,5 раза, ПАУ – в 10 раз, дымности – в 8-10 раз (в зависимости от типа автомобиля) [6].

Приоритетность применения природного газа, как наиболее перспективного экологически чистого моторного топлива, очевидна для многих стран мира. В Канаде, Новой Зеландии, Аргентине, Италии, Нидерландах, Франции и других странах успешно действуют национальные программы перевода автотранспорта, в первую очередь городского, на газомоторное топливо. Для этого разработана соответствующая нормативно-законодательная база: ценовая, налоговая, тарифная, кредитная. В результате налицо явный прогресс. В Нидерландах более 50% всего автотранспорта используют в качестве топлива природный газ, в Италии – более 20%. 95% автобусного парка Вены и 87% парка Дании работают на газе. В странах Западной Европы для стимулирования

Таблица 2

Вид топлива	CO	C_xH_y (без метана)	NO_x	Сажа	Оксид свинца	Бензапирен
Бензин	100	100	100	Нет	100	100
Бензин (двигатель с катализатором)	25-30	10	25	Нет	Нет	50
Дизтопливо	10	10	50-80	100	Нет	50
Дизтопливо + газ	8-10	8-10	50-70	20-40	Нет	30-40
Пропан	10-20	50-70	30-80	Нет	Нет	3-10
Природный газ	5-10	1-10	25-50	Нет	Нет	3-10

газификации автотранспорта предусматривается существенное уменьшение налогов на автомобили, использующие газовое моторное топливо. В среднем, эта разница составляет 1,5-2 раза, кроме того, автовладельцы после конверсии автомобиля освобождаются от налоговых выплат на три года. В Германии эта разница составляет 1,5 раза, в Нидерландах – 1,7 раза. С 1996 г. в Великобритании и Франции существенно уменьшены налоги на автомобили, использующие газовое топливо. Например, в Великобритании акцизный налог на газ в три раза меньше аналогичного налога на бензин и дизельное топливо. А во Франции автобусы, использующие газ, вовсе освобождены от уплаты налога.

В настоящее время практически все ведущие мировые автомобильные фирмы освоили заводской выпуск моделей, работающих на природном газе. Всего по дорогам мира ездит около 6 млн. газобаллонных автомобилей. Безусловно, значительные материальные затраты на создание экологически чистых моделей связаны не с благородством и альтруизмом западных моторостроительных компаний, а определяются давлением государственных законов.

Широкое применение природного газа, как наиболее чистого моторного топлива, возведено в ранг государственной политики во многих развитых странах мира. Так, несколько лет назад Европейская экономическая комиссия приняла резолюцию, согласно которой к 2020 г. на газовое моторное топливо должно быть переведено 23,5 млн. автомобилей. Для реализации этой резолюции, например, в Германии принята государственная программа, согласно которой предусматривается доведение к 2020 г. использования природного газа в качестве моторного топлива не менее чем на 30% автотранспорта (6,5 млн. автомобилей). Правительство Японии поставило задачу своим 10 крупнейшим производителям перевести на природный газ к 2010 г.

1 млн. автомобилей. Европейский энергетический комитет ООН рассматривает проект, называемый «Голубой коридор», по созданию газифицированной природным газом трассы: Нижний Новгород – Москва – Минск – Варшава – Берлин.

Роль государства в вопросах улучшения экологических качеств автотранспорта особенно ярко видна на примере США. За последнее десятилетие в США был принят ряд законодательных актов, в которых самое пристальное внимание уделяется проблеме улучшения экологической обстановки в городах и населенных пунктах. В их числе Законы «Об альтернативном моторном топливе», «О чистом воздухе», «Об энергетической политике». На основе этих законов Министерство энергетики США значительно расширило научно-исследовательские работы в секторе потребления энергоресурсов автотранспортом и разрабатывает новые программы по ускоренному широкомасштабному использованию альтернативных видов топлив.

В настоящее время в России продолжается тенденция увеличения общего числа транспортных средств. Предполагается, что в РФ уже в 2010 г. только количество личных автомобилей возрастет и составит более 17 ед. на 100 чел. населения. Существенно изменится также и структура перевозок. Пассажирские перевозки железнодорожным транспортом снизятся с 30 до 20%, а автомобильные увеличатся с 40 до 55%. Грузоперевозки железнодорожным транспортом уменьшатся с 65 до 50%, автомобильным транспортом возрастут с 8 до 16%. Эти тенденции в изменении структуры грузоперевозок приведут к дальнейшему ухудшению состояния окружающей среды. В связи с этим массовый перевод автотранспортных средств на природный газ является наиболее рациональным, ресурсообеспеченным и приемлемым путем решения экологических проблем

отечественного автотранспорта и российских мегаполисов [7].

Заключение

Безусловно, проблема перевода автотранспорта на природный газ зависит от решения комплекса сложных задач, среди которых наиболее значимыми являются:

- серийное производство газобаллонных автомобилей;
- создание инфраструктуры (сети) заправочных комплексов;
- разработка и производство надежного газобаллонного оборудования;
- создание сервисной сети для переоборудования автотранспортных средств;
- подготовка кадров;
- правовое и рекламно-информационное обеспечение и т.д.

В связи с этим программы газификации автотранспорта и улучшения экологической обстановки могут быть реализованы только при поддержке и непосредственном участии федеральных властей.

Литература

1. **Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И.** Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: ООО Изд. «Научтехлитиздат», 1999. – С. 22-27.
2. **Кириллов Н.Г.** Проблемы экологизации автомобильного транспорта в России. – Энергетика и промышленность России, № 12, 2003. – С. 36-38.
3. **Денисов В.Н.** Экологизация автомобильного транспорта: Передовой опыт России и стран Европейского союза. Изд. СПбГУ, 2004. – 158 с.
4. **Кириллов Н.Г.** Хранение моторного топлива на нефтескладах и АЗС агропромышленного комплекса. – Достижения науки и техники АПК, № 9, 2002. – С. 15-18.
5. **Седых А.Д., Роднянский В.М.** Политика «Газпрома» в области использования природного газа в качестве моторного топлива. – Газовая промышленность. № 10, 1999. – С. 8-9.
6. **Кириллов Н.Г.** Природный газ как моторное топливо и экология автомобильного транспорта России. М.: ИРЦ «Газпром», 2003. – 31 с.
7. **Криницкий Е.** Экологичность автотранспорта должен определять Федеральный закон. – Автомобильный транспорт, № 9, 2000. – С. 34-37.

Общие тенденции на рынке альтернативного топлива

16 июля 2010 г. заместитель Председателя Государственной Думы, президент Российского газового общества (РГО) Валерий Язев выступил с докладом «О модернизационных аспектах энергетики» на 10-м Российско-Германском форуме «Петербургский диалог» в Екатеринбурге.



В своем выступлении В.Язев подчеркнул значимость выдвинутого Президентом России «Концептуального подхода к новой правовой базе международного сотрудничества в сфере энергетики». Российское газовое общество в развитие концептуального подхода предложило концепцию мирового энергетического кодекса как систему правил, норм и инструментов по совершенствованию сотрудничества в сфере энергетики. Продолжение этой работы, по словам В.Язева, можно было бы считать первым направлением российско-германского сотрудничества в энергетической сфере.

«Второе направление – это построение общего энергетического пространства, опирающегося на единую энергетическую сеть, – продолжил В.Язев. – Мы удовлетворены ходом реализации газотранспортного проекта «Северный поток», первая нитка которого скоро будет продета через балтийское «ушко». Далее газ пойдет по газопроводам OPAL и NEL. Это крупнейшие из строящихся инфраструктурных объектов Германии. Они создаются и будут эксплуатироваться также на основе российско-германской кооперации. На основе обмена активами между германскими и

российскими предприятиями осуществляется добыча природного газа Южно-Русского месторождения».

В качестве третьего направления российско-германского сотрудничества в энергетической сфере В.Язев назвал перевод транспорта на природный газ, биогаз, а также на электроэнергию, получаемую из возобновляемых источников и отходов. Для Европы КПГ и СУГ в моторах – самый короткий путь к снижению выбросов парниковых газов автотранспортом. Польза настолько очевидна, а демонстрационные проекты настолько впечатляют, что следует говорить о необходимости практической реализации концепции экологически безопасного транспорта максимально возможными темпами и в максимально широких масштабах, отметил он.

Четвертым направлением, по убеждению заместителя Председателя Государственной Думы, является энергетическая модернизация городов. «Настало время массового перехода от поэлементного к интегральному проектированию энергоавтономных зданий, городских кварталов и городов в целом. Унифицированные акты технического регулирования должны обеспечить проектирование и строительство

зданий, соответствующих самым передовым требованиям, а государство должно поощрять использование комплексных энергосберегающих решений».

И, наконец, пятое направление, о котором в своем выступлении заявил В.Язев, это поиск оптимальной энергетической корзины и освоение новых источников энергии. Наряду с нефтью, газом и углем, по мнению председателя РГО, должна утвердиться, стать массовой и рентабельной энергетика на возобновляемых источниках.

Атомная энергетика с замкнутым ядерным топливным циклом может закрыть потребности в электроэнергии густонаселенных мировых регионов. При этом вопросы нераспространения и экологической безопасности должны решаться в первую очередь.

«Правильно сформировать программы сотрудничества по выделенным направлениям можно, используя наши энергетические стратегии, учитывая богатый опыт экономического сотрудничества и не стесняясь заглядывать в будущее», – в заключении своего выступления подчеркнул заместитель Председателя Государственной Думы Валерий Язев.

<http://www.advis.ru/cgi-bin/new.pl?28D11D47-9AC3-5442-955D-BEFEDE1BE6DC>



3-я Международная конференция «Газ в моторах 2010»

Проведение различных конференций обогащает научную жизнь и дает новый импульс в работе ученого. Возможность пообщаться напрямую, узнать о достижениях коллег предоставит 16 сентября 2010 г. ООО «Газпром ВНИИГАЗ», где состоится 3-я Международная конференция «Газ в моторах 2010». В работе конференции примет участие член правления ОАО «Газпром», начальник департамента по транспортивке, подземному хранению и использованию газа О.Е. Аксютин. На конференции также выступит генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский с докладом о роли природного газа в глобальной энергетике.

О работе Федерального Собрания РФ по подготовке законодательства в области использования газовых видов моторного топлива доложит В.В. Зиновьев, заместитель председателя Комитета по энергетике Государственной Думы.

Кроме того, программой предусмотрены следующие доклады:

■ **Современное состояние и перспективы развития мирового рынка газовых видов моторного топлива**, докладчик Е.Н. Пронин, заместитель начальника Управления по газификации и использованию газа – начальник отдела по использованию газа в качестве моторного топлива ОАО «Газпром»;

■ **Состояние и перспективы производства газобаллонных автомобилей заводского изготовления в Российской Федерации**, докладчик И.А. Коровкин, исполнительный директор Некоммерческого партнерства «Объединение автопроизводителей России»;

■ **Состояние и перспективы производства газобаллонных автомобилей заводского изготовления на ОАО «КАМАЗ»**, докладчик И.Ф. Гумеров, заместитель генерального директора – директор по развитию ОАО «КамАЗ»;

■ **Состояние и перспективы производства газобаллонных автомобилей заводского изготовления в группе «ГАЗ»**, докладчик Г.С. Корнилов, руководитель Дивизиона «Силовые агрегаты»;

■ **Состояние и перспективы производства газобаллонных автомобилей заводского изготовления в группе «Фольксваген»**, докладчик А.Шмид, «Фольксваген Групп Россия».

Зарубежные участники конференции выступят по следующим проблемам:

■ **Сжиженный природный газ в контексте Европейского газомоторного рынка**, докладчик Мануэль Лахе, генеральный директор Европейской газомоторной ассоциации (Испания);

■ **Газомоторный рынок Украины: состояние и перспективы развития**, докладчик С.А.

Ковалев, директор Газовой Ассоциации Украины;

■ **Природный газ в качестве моторного топлива в контексте альтернативных видов транспорта**, докладчик Дэвид Грабе, начальник отдела стратегического развития GAZPROM Germania GmbH (Германия);

■ **Развитие новых рынков природного газа для транспорта в Восточной Европе**, докладчик Питер Сайдинггер, OMV Aktiengesellschaft (Австрия);

■ **Газомоторный рынок Чешской Республики**, докладчик Павел Новак, Чешская газовая ассоциация.

КОМПЛЕКС УСЛУГ ПО ОФОРМЛЕНИЮ АЗС и АГЗС



- Проектирование
- Производство
- Монтаж
- Гарантийное и постгарантийное обслуживание

г. Пермь, ул. Героев Хасана, 105, корп. 70
Тел: +7 (342) 249-44-26, 249-44-27
www.paritet-stroy.org

Серийное качество.
Индивидуальный подход.

Паритет
ГРУППА КОМПАНИЙ

РЕКЛАМА



Использование подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей

В.А. Марков,

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.,

С.Н. Девянин,

зав. кафедрой МГАУ им. В.П. Горячкина, д.т.н.,

В.В. Маркова,

аспирантка МГТУ им. Н.Э. Баумана

Рассмотрены возможные пути использования подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей. Проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С при работе на смесях дизельного топлива и подсолнечного масла различного состава. Показана возможность снижения токсичности отработавших газов при использовании этих смесей в качестве топлива для автомобильных и тракторных дизелей.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, подсолнечное масло, смесевое биотопливо.

Utilization of sunflower oil as a fuel for diesel engines

V.A. Markov, S.N. Devyanin, V.V. Markova

Possible ways of utilizing sunflower oil as a fuel for diesel engines are considered. Experimental work on D-245.12C diesel engine fueled with mixture of sunflower oil and diesel fuel of different percentage has been carried out. Possibility of exhaust toxicity characteristics improvement by using these mixtures as a fuel for automotive and tractor diesel engines is demonstrated.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, sunflower oil, biofuel mixture.

На современном этапе развития двигателестроения в качестве перспективных моторных топлив для дизельных двигателей рассматриваются растительные масла и топлива, получаемые на их основе [1, 2, 3]. Среди них можно отметить метиловые, этиловые и бутиловые эфиры растительных масел, смесевые биотоплива различного состава, эмульгированные топлива. При производстве этих топлив могут быть использованы растительные масла из непищевого сектора – просроченные, низкосортные и загрязненные (в частности, получаемые экстрагированием из уже отжатого жмыха с использованием растворителей нефтяного происхождения – бензина, гексана, других

индивидуальных углеводов). Одним из видов сырья для производства моторных топлив являются фритюрные масла, использованные в пищевой промышленности и системе общественного питания и подлежащие утилизации. Эта сырьевая база достаточно обширна. Например, в Японии ежегодные отходы фритюрных растительных масел составляют 400-600 тыс. т [4]. Наконец, растительное сырье для производства моторных топлив целесообразно выращивать на сельскохозяйственных землях, которые не могут быть использованы для производства продуктов питания – на загрязненных почвах, на площадях, прилегающих к автомобильным магистралям, вблизи вредных

производств, в других экологически неблагоприятных условиях.

В условиях Российской Федерации привлекательным представляется использование в качестве топлива для ДВС подсолнечного масла (ПМ), наиболее распространенного в России – объем его производства составляет более 80 % от общего объема производства растительных масел. Проведены исследования по использованию ПМ в качестве топлива для дизелей в чистом виде, в смесях с дизельным топливом и в виде метилового эфира подсолнечного масла [5-9]. Ряд работ посвящен утилизации в дизелях отработанного фритюрного ПМ [4,10,11], но при этом недостаточно изучена проблема использования ПМ и топлив на его основе в современных отечественных дизелях.

Возможность использования ПМ в качестве топлива для дизелей определяется физико-химическими свойствами этого растительного масла. Как и другие растительные масла ПМ по своей химической структуре представляет собой смесь глицеридов жирных кислот (моно-, ди- и триацилглицеридов) – сложных эфиров глицерина и различных жирных кислот [12]. При этом жирнокислотный состав ПМ включает как ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, олеиновая, линоленовая), так и насыщенные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, арахиновая, миристиновая). Вне зависимости от сорта подсолнечника ПМ всегда имеет только четыре жирные кислоты с относительным содержанием свыше 2,5 %. Этим ПМ отличается от рапсового масла, имеющего более разнообразный жирно-кислотный состав (табл. 1).

Проведенный анализ показывает, что по своим физико-химическим свойствам ПМ близко к традиционным дизельным топливам (ДТ) и может быть использовано в качестве топлива для дизельных двигателей. Особенностью подсолнечного масла является наличие в его составе достаточно большого количества кислорода (около 10 %, табл. 2). Это приводит к некоторому снижению его теплоты сгорания. Так, низшая теплота

сгорания ПМ составляет 36-37 мДж/кг против 42-43 мДж/кг у дизельных топлив, практически не содержащих кислорода. Но присутствие в ПМ кислорода снижает температуру его сгорания в дизельных двигателях и значительно улучшает экологические свойства этих топлив. В частности, в проведенных исследованиях дизелей, работающих на ПМ, отмечается снижение дымности отработавших газов (ОГ). Подсолнечное масло практически не содержит серу (в отечественных дизельных топливах массовая доля серы достигает 0,2 %). Это позволяет значительно снизить выбросы в атмосферу оксидов серы, образующихся в камере сгорания дизеля.

Для подтверждения возможности использования ПМ в качестве моторного топлива проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5) Минского моторного завода, устанавливаемого на малотоннажные грузовые автомобили ЗиЛ-5301 «Бычок» (табл. 3).

Дизель исследован на моторном стенде АМО «ЗиЛ» на режимах внешней скоростной характеристики и режимах 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН с установочным УОВТ $\theta=13^\circ$ поворота коленчатого вала до ВМТ и неизменным положением упора дозирующей рейки (упора максимальной подачи топлива). Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ измерялась с помощью ручного дымомера МК-3 фирмы Hartridge (Великобритания) с погрешностью измерения $\pm 1\%$. Концентрации NO_x , CO , CH_x в ОГ определялись газоанализатором SAE-7532 фирмы Yanaco (Япония) с погрешностями измерения указанных компонентов $\pm 1\%$. Исследовалось товарное дизельное топливо и рафинированное дезодорированное ПМ, производимое Невинномысским маслоэкстракционным заводом (см. табл. 2).

На первом этапе испытания дизеля Д-245.12С проводились на ДТ и на смесевом биотопливе, содержащем 80 % ДТ (по объему) и 20 % ПМ. В связи с большей плотностью ρ и повышенной вязкостью ν смеси ДТ и ПМ

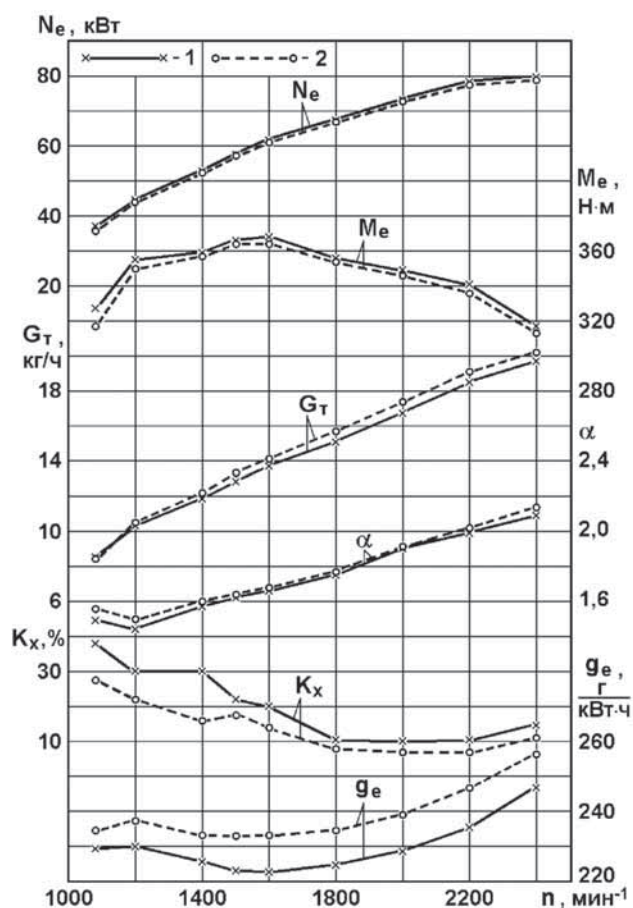


Рис. 1. Зависимость эффективной мощности N_e , крутящего момента M_e , расхода топлива G_T , коэффициента избытка воздуха α , дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n коленчатого вала дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ

Таблица 1

Жирно-кислотный состав подсолнечного и рапсового масел

Кислота	Массовая доля жирных кислот в маслах, %		
	Подсолнечное	Высокоолеиновое подсолнечное	Рапсовое
Миристиновая (С 14:0)	До 0,2	–	До 0,2
Пальмитиновая (С 16:0)	5,6-7,6	4,2-4,6	1,5-6,0
Пальмитолеиновая (С 16:1)	До 0,3	–	До 3,0
Стеариновая (С 18:0)	2,7-6,5	4,1-4,8	0,5-3,1
Олеиновая (С 18:1)	14,0-39,4	61,0-69,8	8,0-60,0
Линолевая (С 18:2)	50,0-75,0	21,9-28,4	11,0-23,0
Линоленовая (С 18:3)	До 0,2	–	5,0-13,0
Арахидиновая (С 20:0)	0,2-0,4	До 0,7	До 3,0
Гадолеиновая (С 20:1)	До 0,2	До 0,5	3,0-15,0
Эйкозодиеновая (С 20:2)	–	–	До 1,0
Бегеновая (С 22:0)	0,5-1,3	0,7-1,2	До 2,0
Эруковая (С 22:1)	До 0,2	–	2,0-60,0
Докозодиеновая (С 22:2)	До 0,3	–	До 2,0
Лигноцериновая (С 24:0)	0,2-0,3	–	До 2,0
Нервоновая (С 24:1)	–	–	До 3,0

Примечание. В обозначении жирных кислот (например, С 18:3) первая цифра – число атомов углерода С, вторая – число двойных связей.

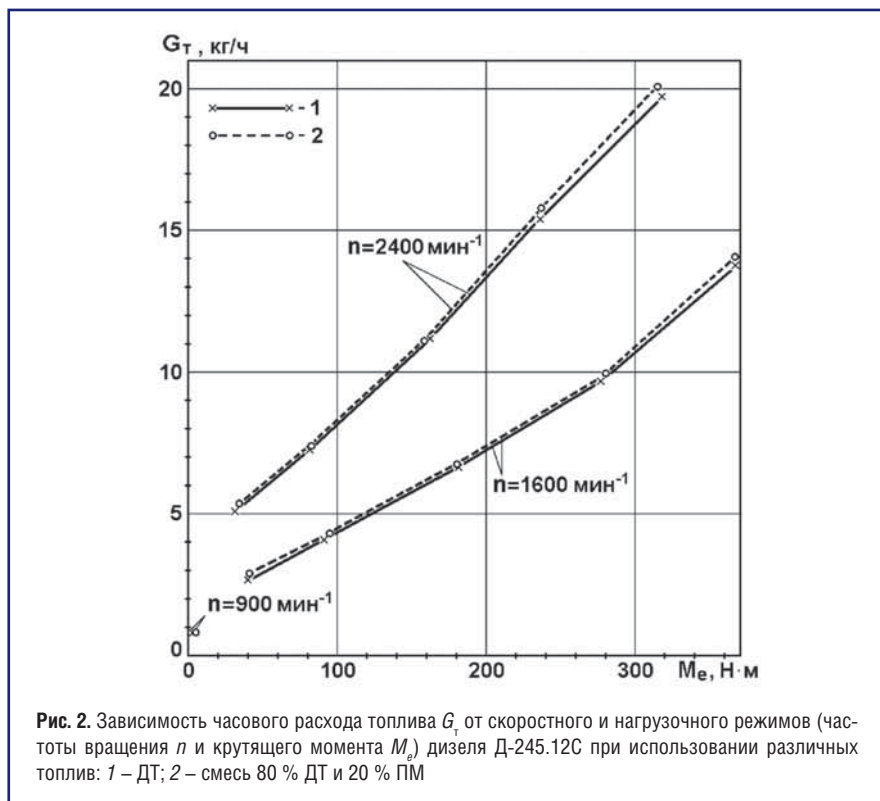


Рис. 2. Зависимость часового расхода топлива G_T от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n и крутящего момента M_e) дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ

Таблица 2

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Физико-химические свойства	Топлива				
	ДТ	ПМ	95 % ДТ + 5 % ПМ	90 % ДТ + 10 % ПМ	80 % ДТ + 20 % ПМ
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830	923	834,7	839,3	848,6
Вязкость кинематическая (мм ² /с) при температуре, °С					
20	3,8	72,0			
40	2,4	31,0	5,0	6,0	8,0
100	1,0	8,0			
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20 °С, мН/м	27,1	33,0	–	–	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42500	37000	42100	41900	41400
Цетановое число	45	33	–	–	–
Температура, °С					
самовоспламенения	250	320	–	–	–
помутнения	-25	-7	–	–	–
застывания	-35	-18	–	–	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,3	12,4	14,2	14,1	13,9
Массовая доля, %					
С	87,0	77,6	86,5	86,1	85,1
Н	12,6	11,5	12,5	12,5	12,4
О	0,4	10,9	1,0	1,4	2,5
Массовая доля серы, %	0,20	0,002	0,19	0,18	0,16
Коксуемость 10%-ного остатка, % по массе	0,2	0,5	–	–	–

Примечание. «-» – свойства не определялись; для смеси ДТ и ПМ указана объемная доля компонентов, %.

в сравнении с чистым ДТ (см. табл. 2) при испытаниях на режимах внешней скоростной характеристики отмечен рост часового расхода смесового биотоплива в сравнении с расходом ДТ. Так, на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ часовые расходы ДТ и смесового биотоплива оказались равны соответственно $G_T=19,70$ и $20,20 \text{ кг/ч}$, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – $G_T=13,72$ и $14,10 \text{ кг/ч}$ (рис. 1). Но при этом теплотворная способность смесового биотоплива несколько ниже теплотворной способности ДТ. Поэтому при переводе дизеля Д-245.12С с ДТ на смесовое биотопливо его эффективная мощность N_e и крутящий момент M_e снижаются. На режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ такой перевод дизеля на смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ приводит к уменьшению M_e с 317 до 313 Н·м, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 368 до 364 Н·м. Такое незначительное снижение мощностных показателей не требует изменения исходных регулировок дизеля.

В связи с наличием в молекулах ПМ значительного количества кислорода для сгорания смеси ДТ и ПМ требуется меньшее количество воздуха. Поэтому, несмотря на больший часовой расход G_T смесового биотоплива, коэффициент избытка воздуха α несколько возрастает в сравнении с работой на ДТ. Это благоприятно сказывается на показателях дизеля. В частности, использование смеси ДТ и ПМ приводит к значительному снижению дымности ОГ K_x во всем диапазоне скоростных режимов. При переводе дизеля с ДТ на смесовое топливо на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ дымность ОГ снизилась с 14,5 до 11,0 % по шкале Хартриджа, на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 20,0 до 14,0 %, а на режиме с $n=1080 \text{ мин}^{-1}$ – с 38,0 до 27,5 %.

Наличие в молекулах ПМ атомов кислорода и его пониженная теплотворная способность приводят к тому, что при работе дизеля на смеси ДТ и ПМ удельный эффективный

расход топлива g_e несколько увеличивается в сравнении с работой на ДТ: на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ удельный эффективный расход топлива g_e возрос с 246,8 до 256,2 г/(кВт·ч), а на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 222,6 до 231,1 г/(кВт·ч).

Характеристики часового расхода топлива G_T свидетельствуют о том, что замена ДТ смесью ДТ и ПМ приводит к увеличению G_T на всех исследованных режимах 13-ступенчатого цикла. Так, на режиме холостого хода при минимальной частоте вращения $n=900 \text{ мин}^{-1}$ G_T увеличивается с 0,80 до 0,83 кг/ч, на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 13,76 до 14,04 кг/ч, на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – с 19,70 до 20,06 кг/ч (рис. 2).

Концентрация в ОГ оксидов азота C_{NO_x} снижается на всех режимах 13-ступенчатого цикла (рис. 3): на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ – с 0,0150 до 0,0135 %; на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 0,0680 до 0,0615 %; на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – с 0,0605 до 0,0550 %. Максимальная концентрация NO_x в ОГ ($C_{NO_x}=0,0760 \%$) отмечена при работе дизеля Д-245.12С на ДТ на режиме с $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ и нагрузкой $M_e=277-280 \text{ Н·м}$. При работе дизеля на этом режиме на смеси ДТ и ПМ содержание NO_x в ОГ снизилось до $C_{NO_x}=0,0700 \%$.

Содержание монооксида углерода в ОГ C_{CO} слабо зависит от типа топлива практически на всех режимах 13-ступенчатого цикла (рис. 4). При переводе дизеля с ДТ на смесь ДТ и ПМ на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ содержание монооксида углерода в ОГ C_{CO} снизилось с 0,0330 до 0,0300 %, на режиме максимального крутящего момента при $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ – с 0,0315 до 0,0285 %, на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – напротив увеличилось с 0,0165 до 0,0170 %. Наибольшие различия содержания монооксида углерода в ОГ отмечены на режиме с $n=1600 \text{ мин}^{-1}$ и

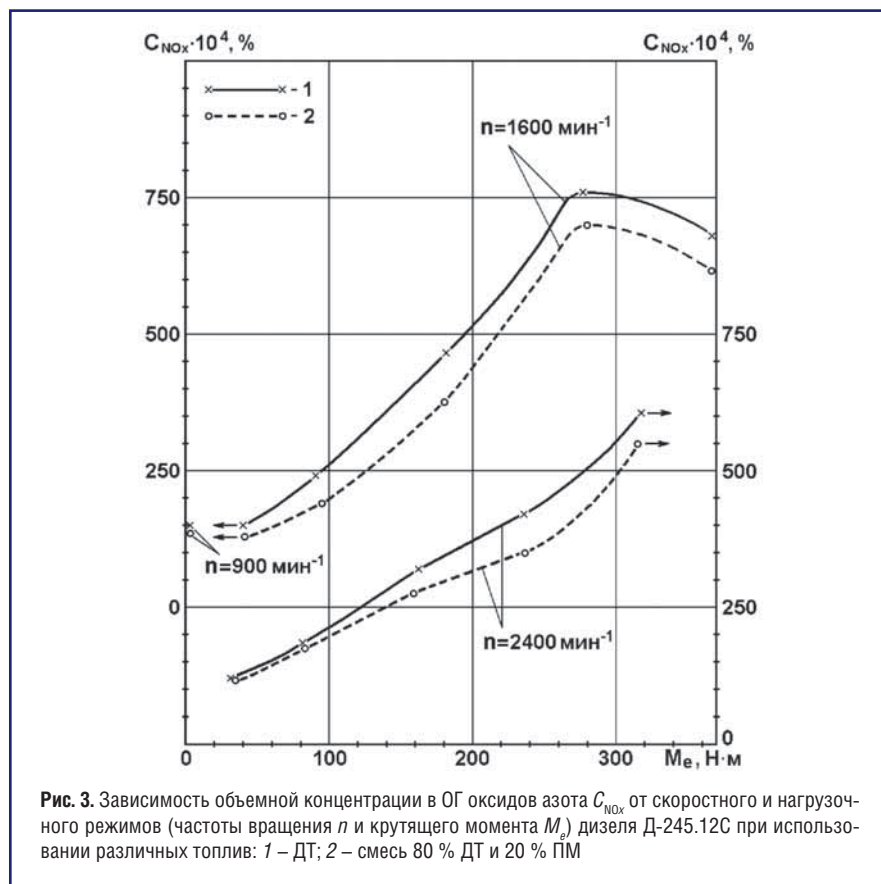


Рис. 3. Зависимость объемной концентрации в ОГ оксидов азота C_{NO_x} от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n и крутящего момента M_e) дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ

Таблица 3

Некоторые параметры дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Общий рабочий объем iV_p , л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-плenoчное смесеобразование
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	2400
Номинальная мощность N_e , кВт	80
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа РР4М10U1f фирмы Motorpal с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов L_p , мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Кураппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_p=0,34 \text{ мм}$ и проходным сечением $\mu_p f_p=0,250 \text{ мм}^2$
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фо}$, МПа	21,5

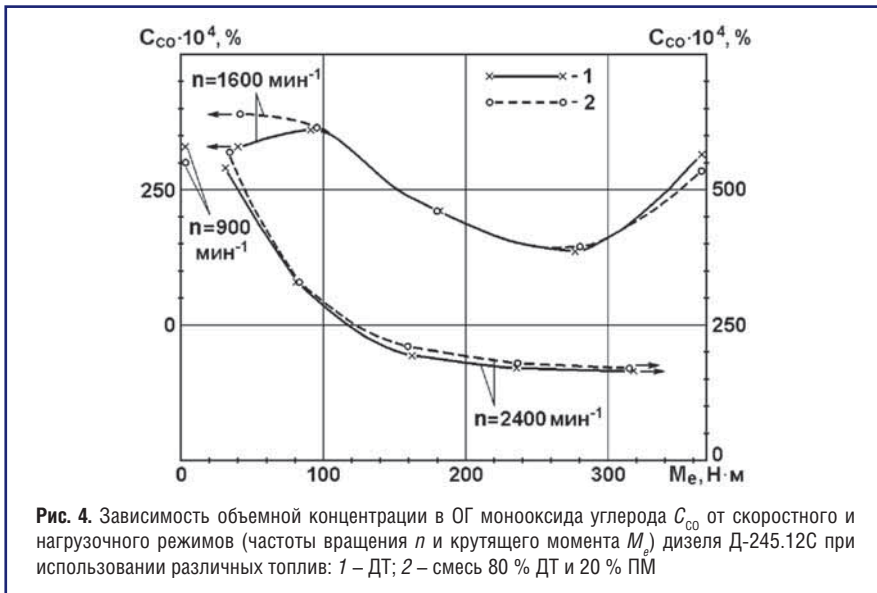


Рис. 4. Зависимость объемной концентрации в ОГ монооксида углерода C_{CO} от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n и крутящего момента M_e) дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ

Таблица 4

Показатели дизеля Д-245.12С, работающего ДТ и смесях ДТ и ПМ

Показатели дизеля	Объемная концентрация ПМ в смесевом топливе, %			
	0	5	10	20
Удельный эффективный расход топлива g_e , г/(кВт·ч): на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	246,8 222,6	248,1 224,6	251,3 226,9	256,2 231,1
Эффективный КПД дизеля η_e : на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	0,343 0,381	0,350 0,386	0,355 0,393	0,357 0,395
Дымность ОГ, K_x , % по шкале Хартриджа: на режиме максимальной мощности на режиме максимального крутящего момента	14,5 20,0	12,5 16,5	12,0 15,0	11,0 14,0
Интегральный удельный выброс на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла, г/(кВт·ч): оксидов азота, e_{NOx} монооксида углерода, e_{CO} несгоревших углеводородов, e_{CHx}	6,630 2,210 0,580	6,626 2,146 0,563	6,649 2,091 0,580	6,078 2,257 0,647

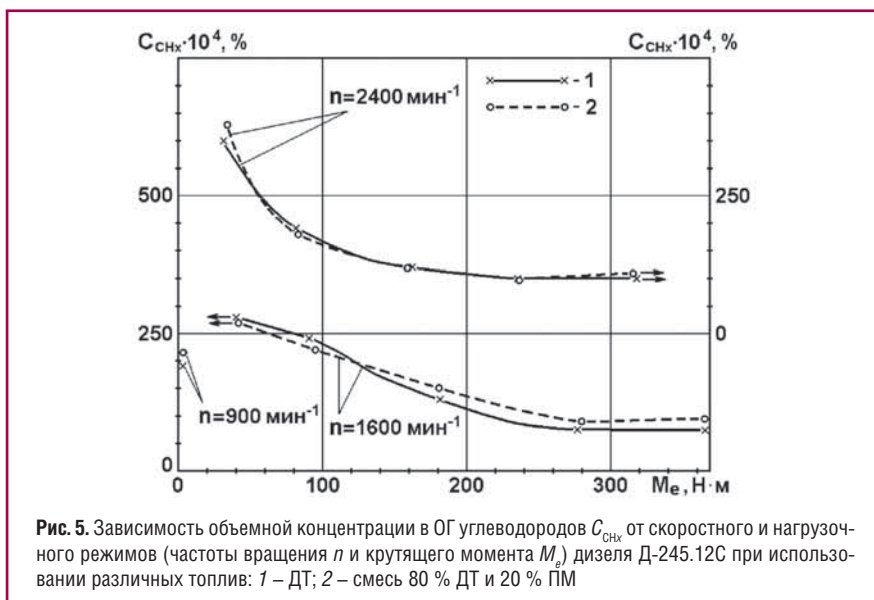


Рис. 5. Зависимость объемной концентрации в ОГ углеводородов C_{CHx} от скоростного и нагрузочного режимов (частоты вращения n и крутящего момента M_e) дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 80 % ДТ и 20 % ПМ

$M_e = 40,0-41,2$ Н·м. При работе на ДТ $C_{CO} = 0,0330$, а при работе на смеси ДТ и ПМ оно возросло до $C_{CO} = 0,039$.

Тип топлива сравнительно слабо влияет и на концентрацию в ОГ дизеля несгоревших углеводородов C_{CHx} (рис. 5). На режиме холостого хода при $n = 900$ мин⁻¹ перевод дизеля Д-245.12С с ДТ на смесь ДТ и ПМ приводит к увеличению содержания углеводородов в ОГ C_{CHx} с 0,0190 до 0,0215%, на режиме максимального крутящего момента при $n = 1600$ мин⁻¹ – с 0,0073 до 0,0095 %, на режиме максимальной мощности при $n = 2400$ мин⁻¹ – с 0,0100 до 0,0108%. Однако при использовании смеси ДТ и ПМ на ряде режимов эмиссия углеводородов уменьшается. В частности, на режиме с частотой вращения $n = 1600$ мин⁻¹ и нагрузкой $M_e = 40,0-41,2$ Н·м содержание углеводородов в ОГ C_{CHx} снизилось с 0,0280% при работе на ДТ до 0,0270 % при работе на смеси ДТ и ПМ.

По приведенным данным содержания в ОГ C_{NOx} , C_{CO} , C_{CHx} рассчитаны интегральные удельные массовые выбросы токсичных компонентов на режимах 13-ступенчатого цикла (табл. 4), которые подтверждают возможность заметного снижения дымности ОГ, а также выбросов оксидов азота при переводе дизеля с ДТ на смесь 80% ДТ и 20% ПМ.

Аналогичные характеристики определены и при испытаниях дизеля Д-245.12С на смесях 90 % ДТ с 10 % ПМ и 95 % ДТ с 5 % ПМ. По результатам этих исследований определены интегральные удельные массовые выбросы токсичных компонентов ОГ на режимах 13-ступенчатого цикла по общепринятой методике. Оценка топливной экономичности дизеля проведена по условному среднеэксплуатационному удельному эффективному расходу топлива на режимах 13-ступенчатого цикла $g_{e\text{ усн}}$, который определялся с использованием зависимости

$$g_{e\text{ усн}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{Ti} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i},$$

где G_{Ti} – часовой расход топлива на i -м режиме; N_{ei} – мощность двигателя на этом режиме; K_i – коэффициент, отражающий долю времени каждого режима; i – номер режима.

Поскольку исследуемое смесевое биотопливо имеет меньшую теплотворную способность, топливная

экономичность дизеля при его работе на различных топливах оценивалась не удельным эффективным расходом топлива g_e , а эффективным КПД двигателя η_e . Причем для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла использован условный эффективный КПД, определяемый в виде

$$\eta_{e \text{ усл}} = 3600 / (H_U g_{e \text{ усл}}),$$

где H_U – низшая теплота сгорания исследуемого топлива, МДж/кг.

Результаты проведенных исследований сведены в табл. 4.

Таким образом, проведенный комплекс экспериментальных исследований подтвердил возможность эффективной работы транспортного дизеля на смесях ДТ и ПМ. Использование ПМ в качестве топлива для дизелей позволяет не только обеспечить частичное замещение нефтяных моторных топлив альтернативными биотопливами, получаемыми из возобновляемых источников энергии, и утилизацию растительных масел, не пригодных к пищевому использованию, но и улучшить показатели токсичности ОГ дизельного двигателя.

Литература

1. Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие // В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов и др. М: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
2. **Деянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г.** Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. – М.: Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – 340 с.
3. **Васильев И.П.** Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля. – Луганск: Изд-во Восточноукраинского университета им. В. Даля, 2009. – 240 с.
4. **Hamasaki K., Tajima H., Takasaki K. et al.** Utilization of Waste Vegetable Oil Methyl Ester for Diesel Fuel // SAE Technical Paper Series. 2001. № 2001-01-2021. – P. 1-6.
5. **Baranescu R.A., Lusco J.J.** Sunflower Oil as a Fuel Extender in Direct-Injection Turbocharged Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. 1982. № 820260. – P. 1-14.
6. **Zubik J., Sorenson S.C., Goering C.E.** Diesel Engine Combustion of Sunflower Oil Fuels // Transactions of the ASAE. 1984. Vol. 27. № 5. – P. 1252-1256.
7. **Cigizoglu B.K., Ozaktas T., Karaosmanoglu F.** Used Sunflower Oil as an Alternative Fuel for Diesel Engines // Energy Sources. 1997. Vol. 19. № 6. – P. 559-566.
8. **Karaosmanoglu F., Kurt G., Ozaktas T.** Direct Use of Sunflower Oil as a Compression-Ignition Engine Fuel // Energy Sources. 2000. Vol. 22. № 7. – P. 659-672.
9. **Ikilic C., Yucesu H.** Investigation of the Effect of Sunflower Oil Methyl Ester on the Performance of a Diesel Engine // Energy Sources. 2006. Vol. 27. № 13. – P. 1225-1234.
10. **Morimune T., Yamaguchi H., Konishi K.** Exhaust Emissions and Performance of Diesel Engine Operating on Waste Food-Oil // Transactions of the JSME. Ser. B. 2000. Vol. 66. № 641. – P. 294-299.
11. **Sendari A., Fragioudakis K., Kalligeros S. et al.** Impact of Using Biodiesels of Different Origin and Additives on the Performance of a Stationary Diesel Engine // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. 2000. Vol. 122. № 4. – P. 624-631.
12. Химия жиров / Б.Н. Тютюнников, З.И. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с.



DRESSER Wayne

HT CUBOGAS Wayne

CUBOGAS

Российская Федерация, 115114, г.Москва,
ул. Дербеневская, д.1, стр.1, подъезд 20
Тел. (495) 645-82-64, 585-12-77
Факс (495) 585-12-79
igor.chistyakov@dresser.com

Производитель Компрессорного Оборудования
Компания Dresser Wayne – ведущий производитель комплексных решений в области природного газа

Компрессорные установки CUBOGAS®
Доказанная эффективность
Несравнимый опыт

- различные конфигурации по типу заправок (медленная, быстрая, смешанная)
- специальные версии многотопливных ТРК (бензин-дизель-метан, пропан-бутан-метан и т.д.)
- большой выбор моделей, установок CUBOGAS®, обеспечивающих максимальную гибкость в работе
- проверенные технологии
- повышенная эффективность и снижение затрат
- гарантия безопасности
- легкость в установке и обслуживании
- соответствие всем стандартам РФ



Система удаленного контроля и диагностики

- моделирование реальных рабочих условий
- информация о возможных причинах неполадок
- система «своевременного обслуживания»
- противоаварийное предупреждение
- удаленный мониторинг через модем или другие коммуникационные устройства

Высокоэффективная сборочная и испытательная линия!

Более 30 компрессорных установок CUBOGAS® производимых в месяц



www.dresserwayne.com

Применение биоэтанольного топлива на автотранспорте

Г.С. Дугин,

заместитель заведующего отделом проблем транспорта ВИНТИ РАН

В статье рассмотрены перспективы применения биоэтанольного топлива на автотранспорте различных стран мира. Также показаны преимущества и недостатки этанола и нового топлива E85 на основе смеси этанола и бензина.

Ключевые слова: биотопливо, этанол, способы получения, характеристики, применение.

Bioethanol fuel application on the automobile transport

G.S. Dugin

The prospects of bioethanol fuel use in the automobile transport sphere of different countries of the world are considered. Advantages and deficiencies of the ethanol and new E85-fuel (on the base of ethanol and petrol mixture) also were discussed.

Keywords: biofuels, ethanol, methods of production, characteristics, application.

сбраживания зернового или сахаросодержащего сырья.

Представляют интерес данные об удельном выходе этилового спирта при переработке различных сельскохозяйственных культур (л/т): кормовой свеклы – 57, сахарной свеклы – около 43, картофеля – 25, кукурузы (зерно) – 22, пшеницы – 14, ржи – 13, ячменя – 10. При этом, если учитывать урожайность этих культур, то максимальный выход этого спирта на 1 га посадок имеют кормовая и сахарная свекла, картофель и кукуруза.

В мире основным производителем биоэтанола в качестве моторного топлива являются США, которые планируют произвести к 2012 г. около 22 млн. т биоэтанола. Особая роль в производстве биоэтанольного топлива принадлежит Бразилии, где этот вид топлива, производимый из сахарного тростника, давно стал реальностью. Так, в энергобалансе этой страны биоэтанол занимает около 16%. По итогам урожая 2009 г. Бразилия собрала рекордный урожай сахарного тростника, что позволяет произвести из этого сырья около 27 млрд. л этанола. Планируется до 2012 г. инвестировать около 30 млрд. долл. США в повышение производительности переработки этого сырья в этанол. Если сейчас с 1 га сахарного тростника в Бразилии

Наблюдающийся в мире дефицит жидкого нефтяного моторного топлива, загрязнение окружающей среды отработавшими газами автомобилей активизировали разработку альтернативных видов моторного топлива. И здесь наибольшее внимание уделяется возобновляемым источникам энергии, среди которых можно назвать те источники, которые можно получить из растительного сырья. В качестве таких топлив наибольшее распространение получили биоэтанол, биобутанол, биодизельное топливо и биогаз.

Преимущества и перспективы производства биотоплива из растительного сырья и его экологичность доказаны эффективными результатами применения биотоплива во многих странах мира. По прогнозам мировое производство биотоплива может достичь к 2030 г. 150 млн. т.

Наибольшее распространение среди биотоплив получил биоэтанол,

который отличается сравнительно простой технологией производства. Его, например, можно получать путем



Завод по производству биоэтанола

получают 7 тыс. л этанола, то через десятилетие, по мнению экспертов, эта цифра достигнет 12 тыс. л. Уже сейчас в стране насчитывается около 390 предприятий по переработке сахарного тростника.

По мнению специалистов и руководства страны более активное использование возобновляемых источников энергии может способствовать замедлению процесса потепления климата в мире. Хотя многие страны не ратифицировали Киотский протокол, по которому индустриально развитые страны должны сократить выбросы парниковых газов в атмосферу, Бразилия же это условие выполнила. Широко применяя этанол, страна значительно снизила выбросы углекислого газа в атмосферу.

В международной прессе в последнее время активно обсуждается тема зависимости значительного повышения цен на продукты питания от увеличения темпов производства этанола. Поэтому следует отметить, что биотопливо в Бразилии производится из сахарного тростника, который не является базовым продуктом питания. В США для его производства используется кукуруза. В 2006-2008 гг. на производство этанола в США было затрачено 50 млн. т кукурузы, что привело к росту цен на нее более чем на 200%.

Наряду с Бразилией из остальных стран Латинской Америки только Сальвадор обладает оптимальными климатическими условиями для превращения в одного из лидеров по производству этанола. Эта страна является одной из четырех стран континента, включенных в план развития производства биотоплива, который финансируется США и Бразилией. В соответствии с этим планом в Сальвадоре начинается строительство пилотного предприятия в Центральном-Американском регионе по производству биотоплива на основе сахарного тростника.

К данной теме существует большой интерес и в других странах континента. Так, в Коста-Рике в 2009 г. началась реализация национальной программы по производству биотоплива,

которая направлена на консолидацию энергетической безопасности страны без нанесения ущерба продовольственной безопасности и улучшение экологии (например, уменьшение выбросов токсичных веществ в атмосферу при использовании угля). Здесь, кроме использования для этих целей сахарного тростника, могут применяться также пальма, сорго, отходы ананасов и бананов. Большой потенциал в этом плане имеет и Колумбия, где в последнее время интенсифицировалось производство пальмового масла.

В странах Евросоюза в 2009 г. импорт этилового спирта, из которого производится моторный этанол, ежемесячно составлял около 72 млн. л. Основными странами-поставщиками спирта были Бразилия и Гватемала, за которыми следовал Пакистан. Из европейских стран наиболее широкое распространение биоэтанол получил в Швеции. Следует отметить, что в Европе производство и применение биоэтанола регулируются Директивой 2003/30/ЕС, выполнение которой приведет к тому, что доля возобновляемых источников сырья в производстве топлив на этом континенте составит в 2010 г. 5,75%, а к 2020 г. – более 10%. В течение ближайших 15 лет Швеция планирует полностью отказаться от жидких нефтяных моторных топлив и перевести весь автотранспорт на биотопливо.

В Литве большое внимание уделяется производству биодизельных топлив из рапса. Латвия с 2005 г. ввела финансовую поддержку производителям биотоплива. На Украине для стимулирования производства биоэтанола с 2007 г. освобождено от акцизов производство этого топлива и введены пониженные в два раза ставки акцизных сборов на бензины с добавкой биоэтанола. В Казахстане с 2006 г. началась эксплуатация промкомплекса «Биохим» по производству до 60 тыс. т биоэтанола в год.

После введения в действие индийской программы E-5 примерно 540 млн. л этилового спирта было поставлено для производства этанола с ноября 2006 г. В последующий трехлетний период ежегодно поставлялось уже 600 млн. л этого продукта. В Таиланде внутреннее потребление этилового спирта в 2009 г. составляло ежемесячно от 31 до 35,7 млн. л, что на 40% выше, чем в предыдущий год.

В США сегодня этанол применяется на автомобилях, в качестве авиационного топлива, а также в качестве добавки к бензину, повышающей экологические характеристики последнего. В этой стране уже создана промышленность по производству этанола, мощности которой позволяют вырабатывать свыше 13 млрд. л высокооктанового этанола в год. Инвестиции в производство этанола в



США превысили уже 5 млрд. долл., а в 20 штатах страны создано 75 предприятий по производству топливного этанола.

В ряде стран мира были изготовлены автомобили для универсального использования, работающие на топливе переменного состава (бензин + 85% объема этанола) – топливо E85. Мировые производители топлив активно инвестируют в строительство предприятий по выпуску этилового спирта из растительных продуктов. Так, в США уже сегодня предпринимаются активные меры по расширению производства этанола, что позволит удвоить его производство и довести до 17 млрд. л в год.

Основным преимуществом биоэтанола является то, что он имеет большое октановое число (около 108). При его сжигании в двигателе автомобиля отработавшие газы содержат меньше окиси углерода, окислов азота и несгоревших углеводородов. Но рассматривая эти преимущества, следует отметить, что применение одного биоэтанола в двигателях транспортных средств приводит к определенным техническим и экономическим осложнениям. Кроме того, биоэтанол в сравнении с бензином имеет почти на 40% более низкую теплотворную способность (28,3 против 43,5 МДж/кг), что приводит к увеличению его расхода. Также необходимо, чтобы этот вид топлива не содержал воды. Повышенная гигроскопичность, коррозионная агрессивность этанола и ряд других особенностей ограничивают его использование в качестве моторного топлива на транспорте. Все вышесказанное привело к тому, что было принято решение об использовании этанола в качестве добавок к традиционному бензину в количестве от 5 до 10% без какой-либо переделки двигателя автомобиля.

Моторное топливо, состоящее из жидких нефтепродуктов с добавкой этанола, представляет собой нестабильную смесь. Поэтому для придания устойчивости этой смеси в нее добавляют стабилизаторы, например, метилэфир рапсового масла (МЭРМ).

Применение стабилизаторов позволяет получить устойчивые топливные смеси с высоким содержанием биоэтанола. Недостатком смеси «бензин-этанол» является то, что она обладает высокой чувствительностью к воде, которая может попасть в смесь в результате конденсации водяных паров в осенний и зимний периоды, когда наблюдаются большие перепады температур в течение суток. Попавшая в смесь вода приводит к ее расслоению. Использование бензино-биоэтанольной смеси может привести к затруднениям при пуске двигателя за счет меньшего испарения смеси при низкой температуре, поэтому в Бразилии, например, некоторые автомобили, работающие на подобной топливной смеси, снабжены дополнительным баком с чистым бензином. Еще одним недостатком смеси «бензин-этанол» является образование при ее использовании альдегидов, которые приводят к коррозии деталей двигателя.

В последнее время получило распространение топливо E85, которое представляет собой смесь бензина (15-25%) и биоэтанола (75-85%). Это связано с господдержкой биотопливных технологий во многих странах, так как данное топливо дешевле стандартного бензина на 15-20%. Можно отметить, что топливо E85 гораздо экологичнее бензина, обладает высокой детонационной стойкостью, улучшает наполнение цилиндров двигателя, повышая его мощность и крутящий момент за счет сильного охлаждения топливовоздушной смеси при испарении этанола. Особенно широкое распространение этот вид топлива получил в США.

Недостатком топлива E85 можно назвать то, что его применение ведет к необходимости переделки двигателя автомобиля, что связано с низкой теплотой сгорания и высокой теплотой испарения этилового спирта. А это, в свою очередь, приводит к уменьшению топливной экономичности и затрудненному пуску двигателя. Но расходы на данные переделки двигателя окупаются за счет его повышенной мощности (приблизительно на 20%).

Многие известные автомобильные компании (такие как «GM», «Ford», «Volvo», «Volkswagen» и другие) производят автомобили FFV, в которых применяется в качестве топлива стандартный бензин, его смеси с этанолом, а также топливо E85. Еще в 2000 г. компания «Ford» поставила 500 тыс. таких автомобилей, а компания «Daimler Chrysler» в 2002 г. продала свой миллионный автомобиль, работающий на топливе E85.

В качестве недостатка, связанного с использованием топлива E85, можно назвать то, что во всех странах сеть заправочных станций с отпуском этого вида топлива еще недостаточна развита.

Требования к топливу E85 изложены в стандарте США ASTM D 5798-07, а в Европе недавно разработан проект спецификации SWA 15293:2005 «Автомобильное топливо этанол E85. Технические требования и методы испытаний». Если в стандарте США нет требований к октановому числу топлива, то в европейских спецификациях определена норма по детонационной стойкости (октановое число по моторному методу не менее 85, по исследовательскому методу – не менее 95). Установлено, что содержание этанола в топливе в зависимости от класса испаряемости в США составляет 70-80%, а в Европе – 70-75%. В европейской и американской спецификациях допускается применение присадок для улучшения эксплуатационных характеристик моторного топлива.

Среди наиболее острых проблем, связанных с использованием топлива E85, является его повышенная коррозионная агрессивность. При его хранении, транспортировке и применении резервуары и топливные баки подвергаются коррозионному разрушению. Поэтому для снижения этого нежелательного эффекта рекомендуется использовать специальные ингибиторы коррозии, а также многофункциональные присадки с антикоррозионными свойствами. Для обеспечения требуемого уровня защитных свойств моторного топлива, полученного из различных спиртов,

требуется разная концентрация присадок. Так, ингибиторы коррозии DCI-I и Инкор в концентрации 10 частей на 1 млн. обеспечивают необходимый уровень антикоррозионных свойств топлива E85. Другая многофункциональная присадка Keropur-3458N должна применяться уже в концентрации 100 частей на 1 млн.

Хотя в России использованию альтернативных видов моторного топлива уделяется недостаточное внимание (очевидно, из-за соотношения производства и потребления энергоресурсов), все же весьма важно наладить производство и использование таких биотоплив, которые в условиях снижения мировых запасов нефти могут стать конкурентоспособными. В настоящее время Россия имеет свободные мощности по годовому выпуску этилового спирта в объеме 250 тыс. т, в том числе – половина из возобновляемых источников. На сегодняшний день Россия – единственная страна в мире, которая обладает промышленным опы-

том, позволяющим получать этанол по гидролизным технологиям.

Что касается топлива E85, то в нашей стране начаты его разработка и испытания. Этот вид топлива будет призван заменить собой высокооктановый бензин Аи-98. В то же время в России принят национальный стандарт ГОСТ Р 52201–2004, регламентирующий возможность добавки этанола к бензину до 10% объема. Однако существующая система на-

логового законодательства в значительной степени затрудняет реализацию биоэтанола на внутреннем рынке. В отличие от стран Европы, где площади под посевы высокоэнергетических сельскохозяйственных культур ограничены, Россия обладает значительными ресурсами посевных площадей, что дает возможность интенсивными темпами развивать производство биотоплив и в частности биоэтанола.

Литература

1. **Бугаенко И.Ф.** Биоэтанол – альтернативное топливо для автомобилей. Сахар–2010, № 1. – С. 55-57.
2. **Туровский Ф., Бакалейник А., Максимова Е.** Проблемы применения новых автомобильных топлив. Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт, 2009, № 5. – С. 43-48.
3. **Емельянов В.Е., Никитина Е.А., Осяев А.Н.** Применение биоэтанольного топлива E85 в качестве моторного топлива. 5-я Международная научно-практическая конференция «Новые топлива с присадками», 2008: Сб. трудов конференции. – СПб: Акад. прикладн. исслед., 2008.
4. **Трушин А.** «Топливо будущего» по-латиноамерикански. Нефть России, 2009, №10. – С. 98-101.
5. The mixture of biobutanol and petrol for Otto engines. – Transport. – 2009, 24, №4. – P. 301-307.

Автомобильные газовые баллоны



РЕКЛАМА

ООО «Балсити» является единственным производителем в России, изготавливающим баллоны для СУГ, сертифицированные по Международным Правилам ЕЭК ООН № 67-01. На предприятии внедрена и действует система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001-2008)

В настоящее время серийно изготавливаются:

- цилиндрические баллоны емкостью от 30 до 220 л,
- тороидальные баллоны емкостью от 42 до 94 л,
- блоки цилиндрических баллонов различной емкости (спаренные баллоны).

Широкое разнообразие типов и объемов выпускаемых баллонов позволяет оснастить ими автомобили любой марки.

ООО «Балсити» является эксклюзивным поставщиком баллонов на конвейер Горьковского автозавода ГАЗ.

Тел. +7 (495) 955-43-77
 Факс +7 (495) 783-84-92
 E-mail: balcity@balcity.ru
 Сайт: www.balcity.ru



Экологические показатели дизеля Д-440 при работе на рапсовом масле

М.Н. Кочетков,
младший научный сотрудник ГНУ ВИМ,
Г.С. Савельев,
заведующий лабораторией ГНУ ВИМ, к.т.н.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований дизеля Д-440 трактора ДТ-45 при работе на чистом рапсовом масле холодного отжима, которые показывают значительное снижение выбросов вредных веществ в отработавших газах (ОГ) при использовании рапсового масла в качестве топлива.

Ключевые слова: рапсовое масло (РМ), экология, топливо, загрязняющие вещества.

Experimental data of testing the ecology factor on diesel engine by using rapeseed oil in the capacity of motor fuel

M.N. Kochetkov, G.S. Saveliev

Experimental data of testing rapeseed oil in the capacity of motor fuel on engine Д-440 is given. Data of testing is given of reduction toxic emission consumption in exhaust gas by using rapeseed oil in the capacity of motor fuel.

Keywords: rapeseed oil, ecology, fuel, emission consumption.

Существующие и планируемые за рубежом высокие темпы развития производства и использования биомоторного топлива из возобновляемых источников объясняются, прежде всего, стремлением обеспечить энергетическую безопасность, сохранить ресурсы традиционных моторных топлив, диверсифицировать сельскохозяйственное производство. Кроме того, применение метилэфиров растительных масел в качестве добавок в дизельное топливо (ДТ) позволяет повысить его качество при использовании в дизелях, соответствующих современным требованиям экологических нормативов.

Высокая стоимость производства метилэфира обусловила необходимость исследований в области использования в дизелях чистого рапсового масла.

Важным фактором использования растительных масел в качестве топлива для дизелей являются их хорошие экологические свойства. Растительные масла, попадая в почву и природные водные бассейны, практически полностью разлагаются в течение нескольких недель. Наличие в молекулах растительных масел достаточного количества связанного кислорода (массовая доля 8-12 %), участвующего в процессе окисления углеводородов топлива, позволяет снизить выбросы в атмосферу продуктов неполного сгорания топлива. При сгорании РМ выделяется столько же углекислого газа, сколько растение поглощает из атмосферы.

Авторами в ГНУ ВИМ проведены комплексные исследования по определению топливно-экономических и экологических параметров двигателя

Д-440 (производства алтайского моторного завода) при работе на РМ. При исследованиях двигатель комплектовался соответственно условиям определения номинальной мощности по ГОСТ 18509-88. Анализ экспериментальных данных показал возможность использования РМ в качестве топлива в дизелях.

Сравнение мощностных, топливно-экономических показателей двигателя Д-440 по данным экспериментальных внешних регуляторных характеристик при работе на РМ и ДТ показывает (рис. 1, табл. 1) незначительное закономерное уменьшение номинальной эффективной мощности (1,8 кВт) за счет более низкой для РМ теплоты сгорания (37,3 МДж/кг) относительно ДТ (42,5 МДж/кг).

Корректорный коэффициент запаса μ крутящего момента у двигателя Д-440 при работе на РМ меньше, чем при работе на ДТ в отличие от двигателя Д-240, у которого этот показатель имеет обратное значение, что объясняется конструктивными особенностями корректора топлива.

Ввиду различной удельной теплоты сгорания моторных топлив топливно-экономические показатели удобнее оценивать по эффективному КПД двигателя (рис. 2). При работе на РМ эффективный КПД дизеля Д-440 не снижается, а при увеличении нагрузки возрастает, что также свидетельствует об отсутствии ухудшения рабочего процесса данного дизеля при работе на смесевом биотопливе.

Испытания по определению токсичности отработавших газов проводились по процедуре ESC на динамометрическом стенде в соответствии с циклом, состоящим из 13 режимов согласно ГОСТ Р 41.96-2005 и правилам ЕЭК ООН № 49 (табл. 2). Двигатель был адаптирован к работе на РМ.

Максимальную мощность $N_{max'}$ высокую n_{hi} и низкую n_{lo} частоты вращения определяли по кривой мощности, а частоты вращения двигателя n_A (режимы 2, 5, 6, 7), n_B (режимы (3, 4, 8, 9)), n_C (режимы 10, 11, 12, 13) коленчатого вала (КВ) рассчитывали следующим образом:

$$\begin{aligned}n_A &= n_{lo} + 0,25 (n_{hi} - n_{lo}); \\n_B &= n_{lo} + 0,50 (n_{hi} - n_{lo}); \\n_C &= n_{lo} + 0,75 (n_{hi} - n_{lo}).\end{aligned}$$

При работе двигателя с мощностью 70 % от указанной максимальной полезной мощности N_{max} определялась высокая частота вращения КВ. Наибольшая частота вращения, при которой получают эту величину мощности на кривой мощности, соответствует n_{hi} . Низкая частота вращения n_{lo} определялась при работе двигателя с мощностью 50 % от указанной максимальной полезной мощности N_{max} . Наименьшая частота вращения, при которой получают эту величину мощности на кривой мощности, соответствует n_{lo} .

Количество газообразных выбросов оценивалось на основе средних результатов для каждого режима выбросов CH, CO и NO_x.

Измеренная концентрация преобразована в концентрацию отработавших газов во влажном состоянии. Поскольку выбросы NO_x зависят от состояния внешнего воздуха, концентрация NO_x скорректирована на температуру и влажность окружающего воздуха с помощью коэффициента

$$K_{H,D} = 1 / (1 + A[H_a - 10,71] + B[T_a - 298]),$$

где $A = 0,309 G_{FUEL} / G_{AIRD} - 0,0266$; $B = -0,209 G_{FUEL} / G_{AIRD} + 0,00954$; G_{FUEL} – расход топлива, кг/ч; G_{AIRD} – расход воздуха, кг/ч; T_a – температура воздуха, К; H_a – влажность всасываемого воздуха (содержание воды в сухом воздухе), г/кг.

$$H_a = 6,2220 R_a p_a / (p_b - p_a R_a 10^{-2}),$$

где R_a – относительная влажность всасываемого воздуха, %; p_a – давление насыщенного пара, кПа; p_b – общее барометрическое давление, кПа.

Для каждого режима определялась масса выбросов (г/ч):

$$NO_{xmass} = 0,001587 NO_{xconc} K_{ND} G_{EXHW};$$

$$CO_{mass} = 0,000966 CO_{conc} G_{EXHW};$$

$$CH_{mass} = 0,000479 CH_{conc} G_{EXHW};$$

где NO_{xconc} , CO_{conc} , CH_{conc} – средние концентрации в первичных отработавших газах при их плотности 1,293 кг/м³, температуре 273 К (0°C) и давлении 101,3 кПа, млн⁻¹; $G_{EXHW} = G_{FUEL} + G_{AIRD}$.

Расчет удельных выбросов (г/кВт·ч) проводился по формулам:

$$eNO_x = \sum NO_{xmass} WF_i / (\sum N(n_i) WF_i);$$

$$eCO = \sum CO_{mass} WF_i / (\sum N(n_i) WF_i);$$

$$eCH = \sum CH_{mass} WF_i / (\sum N(n_i) WF_i),$$

где $N(n_i)$ – мощность на i -м режиме; WF_i – весовые коэффициенты (см. табл. 2).

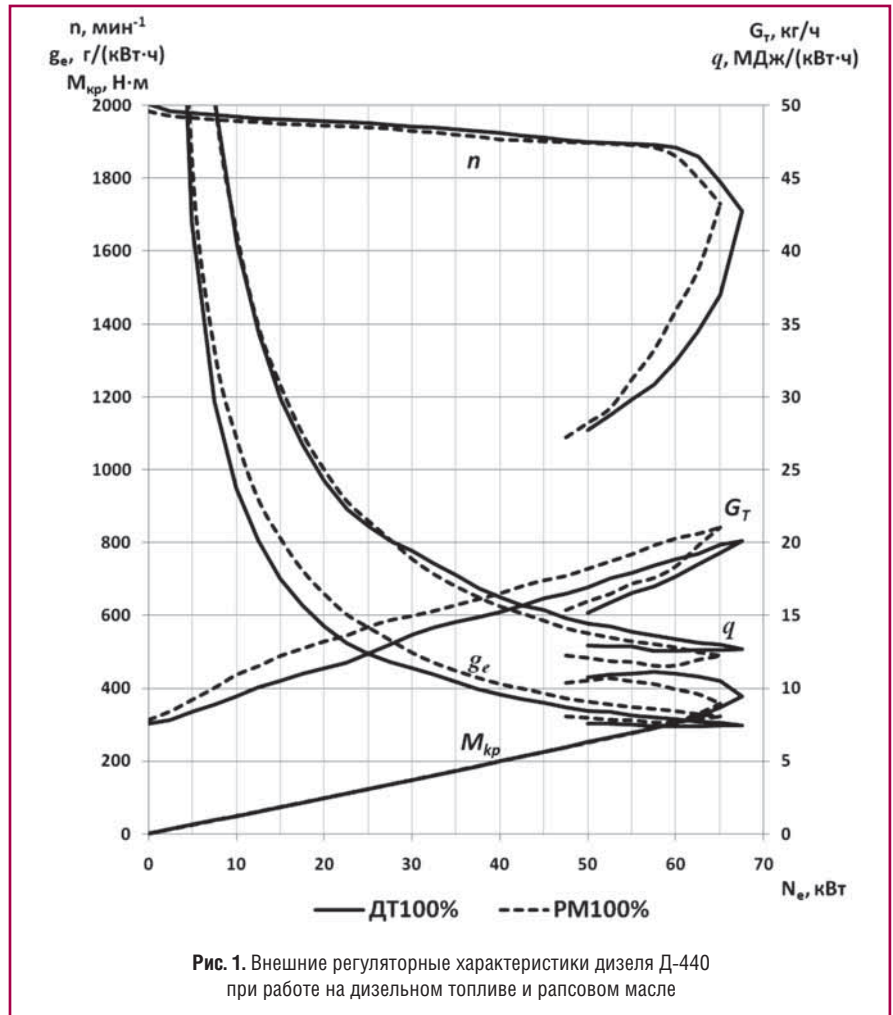


Рис. 1. Внешние регуляторные характеристики дизеля Д-440 при работе на дизельном топливе и рапсовом масле

Таблица 1

Показатели дизеля Д-440 при работе на РМ и ДТ

Показатели дизеля	ДТ	РМ
Мощность, кВт:		
максимальная $N_{e\ max}$	67,2	65,4
при максимальном крутящем моменте $N_{Mкр\ max}$	58,6	54,8
Часовой расход топлива, кг/ч:		
при максимальной мощности $G_{Ne\ max}$	20,13	21,03
при максимальном крутящем моменте $G_{Mкр\ max}$	16,98	17,14
Частота вращения, мин ⁻¹ :		
при максимальной мощности $n_{Ne\ max}$	1710	1730
при максимальном крутящем моменте $n_{Mкр\ max}$	1260	1230
Крутящий момент, Н·м:		
максимальный $M_{кр\ max}$	444,2	425,5
при максимальной мощности $M_{Ne\ max}$	375,3	361,0
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч):		
при максимальной мощности $g_{Ne\ max}$	299,6	321,6
при максимальном крутящем моменте $g_{Mкр\ max}$	289,8	312,8
Эффективный КПД:		
при максимальной мощности $\eta_{Ne\ max}$	0,288	0,303
при максимальном крутящем моменте $\eta_{Mкр\ max}$	0,297	0,311
Удельный эффективный расход теплоты, МДж/(кВт·ч):		
при максимальной мощности $q_{Ne\ max}$	12,67	12,23
при максимальном крутящем моменте $q_{Mкр\ max}$	12,55	11,85
Коэффициент запаса крутящего момента μ	0,155	0,152

Таблица 2

Режимы работы дизеля Д-440 по процедуре ESC

Номер режима	Частота вращения двигателя, мин ⁻¹	Нагрузка, кВт	Весовой коэффициент
1	Холостой ход	–	0,15
2	1150	50	0,08
3	1400	30	0,10
4	1400	45	0,10
5	1150	30	0,05
6	1150	35	0,05
7	1150	12	0,05
8	1400	60	0,09
9	1400	15	0,10
10	1650	65	0,08
11	1650	17	0,05
12	1650	48	0,05
13	1650	32	0,05

Примечание. Длительность режимов 2 мин, холостого хода – 4 мин

Таблица 3

Сравнение отработавших газов двигателя Д-440 при работе на РМ и ДТ

Наименование	Тип исследования	Удельный расход загрязняющих веществ, г/(кВт·ч)	
		ДТ	РМ
eCO	Стендовые испытания	7,19	3,14
	Нормы «Евро-2»	4,0	
	Нормы «Евро-3»	2,0	
	Нормы «Евро-4»	1,5	
	Нормы «Евро-5»	1,0	
	Удовлетворяет нормам	Нет	«Евро-2»
eCH	Стендовые испытания	1,21	0,65
	Нормы «Евро-2»	1,1	
	Нормы «Евро-3»	0,6	
	Нормы «Евро-4»	0,5	
	Нормы «Евро-5»	0,5	
	Удовлетворяет нормам	Нет	«Евро-2»
eNO _x	Стендовые испытания	12,3	8,63
	Нормы «Евро-2»	7,0	
	Нормы «Евро-3»	5,0	
	Нормы «Евро-4»	3,5	
	Нормы «Евро-5»	2,0	
	Удовлетворяет нормам	Нет	Нет

Экологические показатели двигателя свидетельствуют о снижении токсичных выбросов при работе на РМ.

Использование рапсового масла обеспечивает снижение выбросов оксидов азота NO_x (рис. 3). С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки при работе на РМ выбросы NO_x снизились на 200 ppт и более в сравнении с работой на ДТ, на режимах со средними нагрузками – с 1390 ppт на ДТ до 1110 ppт на РМ. Максимальный выброс оксидов азота зафиксирован на режимах полной нагрузки двигателя и составил для ДТ 1510 ppт, для РМ 1320 ppт. Однако на режиме холостого хода при $n=850$ мин⁻¹ при работе на РМ отмечено увеличение выбросов NO_x с 640 до 730 ppт в сравнении с ДТ.

Выбросы монооксида углерода СО при работе на РМ и ДТ на режиме холостого хода при $n=850$ мин⁻¹ практически отсутствовали. Однако при увеличении нагрузки выбросы СО увеличиваются до 2 % для ДТ на частичных режимах ($n=1400$ мин⁻¹ $M_e=270$ Н·м) и до 1,35 % для РМ на режимах, близких к максимальной мощности ($n=1650$ мин⁻¹ $M_e=290$ Н·м). На режимах, близких к максимальной мощности, выбросы СО увеличиваются до 1,09 % для ДТ и до 1,33 % для РМ.

Выбросы углеводородов СН на частичных регуляторных характеристиках при работе на РМ снижаются примерно в 2-3 раза в сравнении с ДТ (с 480 до 120 ppт). Отмечено увеличение содержания СН в 2,5 раза при работе на РМ в сравнении с ДТ на режимах холостого хода.

По приведенным на рис. 3 характеристикам содержания в ОГ нормируемых токсичных компонентов рассчитаны их интегральные удельные массовые выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла (соответственно eNO_x, eCO, eCH), проведено сравнение с нормами «Евро» (табл. 3). Представленные в таблице данные подтверждают возможность заметного улучшения экологических показателей дизеля Д-440 при его переводе с ДТ на РМ.

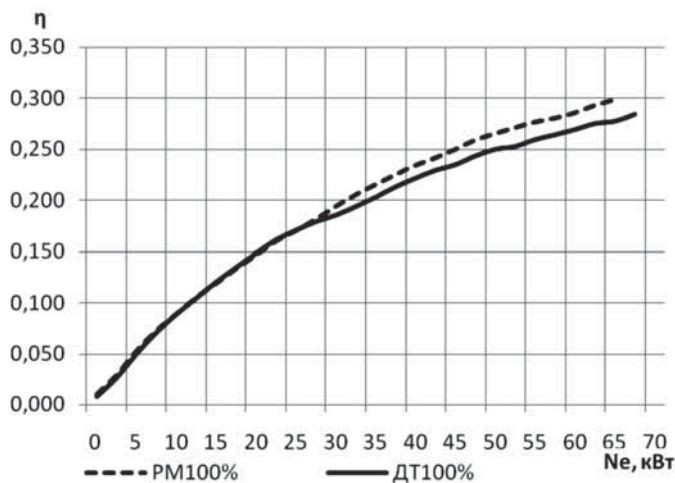


Рис. 2. Эффективный КПД дизеля Д-440

Так, при работе дизеля на РМ на режимах 13-ступенчатого цикла удельные массовые выбросы углеводородов e_{CH} снизились с 1,21 до 0,65 г/кВт·ч (на 46 %), оксидов азота e_{NO_x} – с 12,3 до 8,63 г/кВт·ч (на 29 %), монооксида углерода e_{CO} – с 0,77 до 0,315 г/кВт·ч (на 59 %) в сравнении с работой на стандартном ДТ.

Снижение выбросов при работе на рапсовом масле обусловлено присутствием в нем связанного кислорода, который обеспечивает более полное сгорание топливной смеси. Однако рост эмиссии на режимах минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу связан с неполным сгоранием рапсового масла, а также объясняется появлением пропусков воспламенения на данном режиме за счет более высокой (на 50 °С) температуры самовоспламенения РМ.

Экспериментально подтверждена возможность снижения выбросов вредных веществ при установке катализатора в систему выпуска отработавших газов.

Результаты исследований дизеля Д-440, полученные при его работе на РМ холодного отжима, показали возможность оптимизации характеристик топливной аппаратуры с учетом минимизации расхода топлива и выбросов токсичных компонентов ОГ при использовании в качестве топлива рапсового масла.

Литература

1. Савельев Г.С. Применение газомоторного и биодизельного топлива в автотракторной технике. – М: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2009. – 215 с.

2. Савельев Г.С. Производство и использование биодизельного топлива из рапса. – М: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2007. – 96 с.

3. Марков В.А., Стремяков А.В., Девянин С.Н. Работа дизелей на смесях дизельного топлива и рапсового масла // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 4 (10). – С. 22-28.

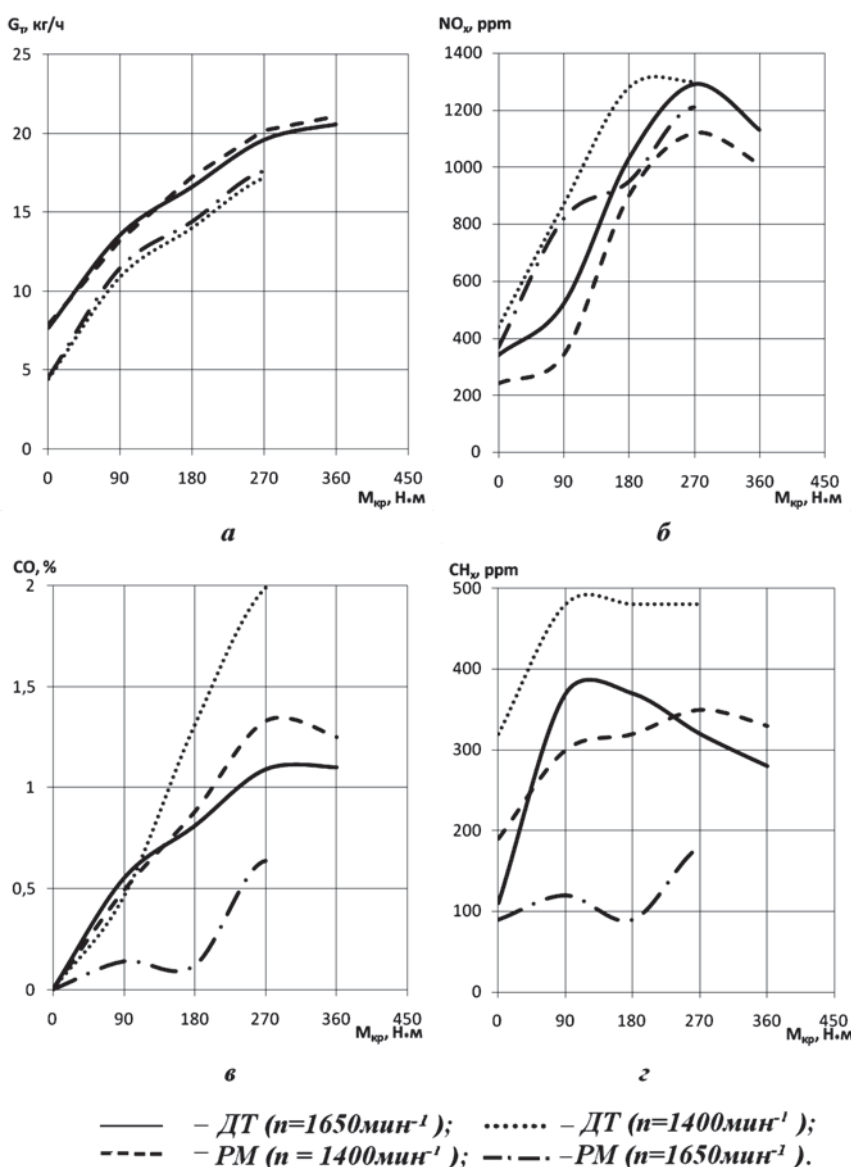


Рис. 3. Зависимость расхода топлива G_T (а), объемной концентрации в ОГ оксидов азота NO_x (б), монооксида углерода CO (в), несгоревших углеводородов CH (г) от нагрузочных характеристик

Применение газового конденсата в качестве моторного топлива

В.И. Ерохов,

профессор МГТУ «МАМИ», д.т.н.,

А.М. Ревонченков,

старший преподаватель МГТУ «МАМИ»

В статье изложена концепция применения газового конденсата в качестве моторного топлива. Разработана схема подачи газового конденсата современного автомобиля. Разработаны алгоритм и система управления процессами подачи газового конденсата в современном автомобиле. Обобщены результаты испытаний при работе дизеля на газовом конденсате.

Ключевые слова: газовый конденсат, дизельное топливо, выбросы вредных веществ, токсичность отработавших газов, шаговый двигатель, микропроцессорная система управления, городской цикл.

Application of a gas condensate as motor fuel

V.I. Erokhov, A.M. Revonchenkov

The concept of application of a gas condensate as motor fuel is stated. The scheme of submission of a gas condensate of the modern car is developed. The algorithm and a control system of processes of submission gas a condensate of system of the modern car is developed. Results of tests are generalized at work of a diesel engine on a gas condensate.

Keywords: a gas condensate, diesel fuel, emissions of harmful substances, toxicity of the fulfilled gases, the step-by-step engine, a microprocessor control system, a city cycle.

Газовый конденсат (ГК) в качестве моторного топлива стали использовать практически с момента создания дизельного двигателя. Газовый конденсат представляет собой смесь различных углеводородных фракций, выкипающих в широких температурных пределах, близок по составу к моторным топливам [1,2] и состоит в основном из предельных углеводородов.

На автомобильном транспорте ГК применяют в виде самостоятельного топлива, компонента дизельного топлива (ДТ) или в качестве сырья для

получения моторных топлив. Наиболее эффективно непосредственное применение ГК в качестве ДТ или его смешивание с товарными ДТ. Физико-химические и моторные свойства ГК и ДТ несколько отличаются. Для работы на газовом конденсате необходима адаптация базовой топливной аппаратуры (ТА) [3].

В МГТУ «МАМИ» выполнен комплекс работ по переводу базовых дизелей на ГК, целью которого стала разработка газоконденсатной системы современного дизельного автомобиля.

Характеристика газового конденсата

Физико-химические и моторные свойства ГК определяют конструктивные параметры газоконденсатной системы дизеля. ГК имеет низкие плотность и вязкость, сравнительно небольшое давление насыщенных паров. Теплотворная способность ГК равна или несколько выше ДТ. ГК отличаются большим содержанием нормальных парафиновых углеводородов, имеющих высокую температуру застывания. Состав ГК в достаточной степени соответствует керосиновой фракции нефти (таблица).

ГК с легким или широким фракционным составом может быть использован при условии дополнительных регулировок ТА по величине цикловой подачи и углу опережения впрыскивания топлива.

В настоящее время страны Западной Европы лидируют на рынке применения ГК. В Германии и Франции, например, ГК производится в 20 раз больше, чем в США. В ноябре 2001 г. Европейская комиссия утвердила пакет законопроектов по увеличению доли альтернативных топлив в 2005 г. до 2 %, к 2010 г. – до 5,75 %, а к 2020 г. объем их производства должен составить 20 % от всего производства топлива.

Наибольшая эффективность использования ГК достигается при смешивании его с традиционным топливом. Улучшение показателей дизеля происходит при подаче основного топлива в КС и некоторого количества ГК в его впускную систему.

В стране принят ГОСТ Р 52368–2005 «Топливо дизельное Евро», допускающий содержание ГК до 5 %.

Влияние физических параметров ГК на характеристики его впрыскивания и распыления

Вязкость, поверхностное натяжение и плотность топлива оказывают влияние на динамику струи и

Таблица 1

Характеристики газового конденсата и ДТ

Показатели	ГК	ДТ
Плотность при 20 °С, кг/м ³	740	832
Цетановое число	36	45
Теплота сгорания, МДж/кг	42,9	42,6
Фракционный состав:		
начало кипения, °С	80	175
10%-ная перегонка при температуре, °С	100	207
50%-ная перегонка при температуре, °С	116	280
96%-ная перегонка при температуре, °С	350	360
Температура вспышки, °С	15	40
Вязкость при 20 °С, мм ² /с	1,2	3,45
Массовая доля серы, %	0,01	0,2
Содержание смол, мг на 100 мл топлива	26	40
Температура застывания, °С	-35	-10
Температура помутнения, °С	-35	-5

дисперсность распыления. При повышении вязкости топлива возрастает дальнобойность топливной струи, ухудшается смесеобразование, что приводит к снижению попадания на стенки КС большего количества топлива.

Снижение вязкости топлива обуславливает уменьшение среднего диаметра частиц топлива и более однородное его распыление. Однако при этом угол рассеивания топливной струи увеличивается, а дальнобойность уменьшается. Высокое поверхностное натяжение придает капле топлива большую устойчивость к воздействию внешних сил, а уменьшение поверхностного натяжения ведет к тонкому и однородному распылению топлива, способствующему ускорению процессов смесеобразования и сгорания [4].

Взаимосвязь между объемной скоростью впрыскивания q_u (см³/с), давлением p , площадью поперечного сечения трубопровода $f_{тр}$, плотностью топлива ρ и скоростью звука в топливе α описывается соотношением

$$q_u = \frac{f_{тр} p}{10\alpha\rho} \cdot$$

Электрическая часть системы топливоподачи включает электронный

блок управления (ЭБУ), исполнительные устройства и датчики: регистрации начала впрыскивания, частоты вращения КВ двигателя, расхода воздуха и топлива, температуры охлаждающей жидкости и воздуха, положения педали управления и топливной рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД), давления воздуха.

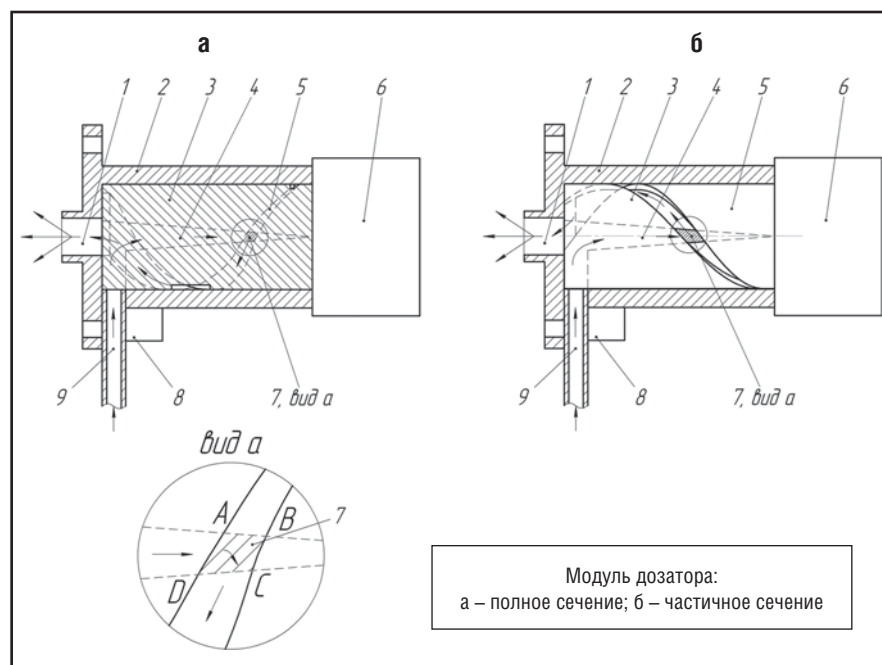
ТНВД снабжен датчиком положения и электромагнитным приводом топливной рейки, датчиком частоты

вращения кулачкового вала ТНВД и гидравлически связан с топливным баком. Электромагнитный привод рейки ТНВД предназначен для обеспечения работы ТНВД в режимах впрыскивания ДТ и смесового состава топлива.

Датчики скорости, температуры и давления позволяют в реальном масштабе времени выдавать на ЭБУ информацию о текущем состоянии двигателя для формирования команд управления системой ГК. Микропроцессорное управление обеспечивает оптимальный закон подачи ГК и ДТ.

Система дозирования, состоящая из съемного модуля дозатора и микроконтроллера, обеспечивает подачу топлива индивидуальными для каждого цилиндра двигателя дозаторами, состоящими из отдельных корпусов с золотниками, приводимыми в движение посредством шагового двигателя. Дозаторы выполнены в виде съемных модулей, каждый из которых снабжен шаговым двигателем и его драйвером.

Модуль дозатора (рисунок) включает корпус дозатора 2, шаговый двигатель 6 (с драйвером), золотник 3, на наружной поверхности которого выточена канавка 5, а на внутренней поверхности корпуса 2 – канавка 4, при пересечении которых создается



проходное сечение ($ABCD$) 7. На корпусе дозатора установлен входной патрубков 9 с датчиком расхода топлива 8, а также имеется выходной патрубков 1.

Канавка на наружной поверхности золотника выполнена в виде спирального расширяющегося канала, а на внутренней поверхности корпуса дозатора – в виде прямого или спирального расширяющегося канала. Датчик расхода топлива, установленный на входном патрубке дозатора, соединен с микроконтроллером.

Модуль дозатора укреплен на головке цилиндра ДВС. Золотник 3 установлен на валу шагового двигателя 6 (с драйвером), который соединен электрической связью с драйвером для обеспечения однократных или циклических поворотов золотника 3 на необходимый угол.

В исходном состоянии топливо под некоторым давлением поступает через входной патрубков 9 мимо датчика расхода топлива 8 в полость, образованную канавкой 4 на внутренней поверхности корпуса 2 дозатора и гладкой цилиндрической поверхностью золотника 3. В этом случае модуль дозатора закрыт, и топливо дальше в соответствующий цилиндр не поступает.

В соответствии с режимом работы ДВС микроконтроллер рассчитывает необходимое число шагов для поворота вала шагового двигателя 6, направление и скорость поворота и время отключения. Рассчитанные параметры в виде электрических сигналов подаются от микроконтроллера по электрической цепи на драйвер шагового двигателя 6.

Объем топлива, проходящего через дозатор в этот момент, будет определяться проходным сечением $ABCD$ дозатора в месте пересечения сторон канавок 4, 5 и временем прохождения топлива через это сечение.

Для образования максимального проходного сечения при любой конкретной конфигурации канавок 5 и 4, золотника 3 и корпуса дозатора шаговый двигатель 6 произведет

максимальное число шагов, определенное для этой конфигурации; для минимального проходного сечения – определенное минимальное число шагов. Соответственно золотник 3 в первом случае повернется относительно корпуса 2 дозатора на максимальный угол, а во втором случае – на минимальный угол, характерный для системы холостого хода (ХХ).

Для промежуточных значений проходного сечения $ABCD$ золотник 3 посредством шагового двигателя 6 будет поворачиваться на определенные углы между максимальным и минимальным в соответствии с расходной характеристикой транспортного средства.

Для цикловой подачи топлива золотник 3 будет совершать реверсивные повороты: от угла закрытого до угла открытого дозатора в соответствии с тактами работы ДВС и обратно.

Для непрерывной подачи топлива золотник 3 будет поворачиваться на необходимые углы в соответствии с регулированием скорости и нагрузки ДВС. Датчик расхода топлива 8 выдает электрический сигнал о текущем расходе топлива, проходящего через дозатор. Этот сигнал затем поступает в запоминающее устройство микроконтроллера для необходимой коррекции дозирования и диагностики дозатора.

Технический результат обеспечивается за счет особого профиля и

длины канавок на наружной поверхности золотников 3 и соответственно внутренней поверхности корпусов 2 дозатора и привода золотников шаговыми двигателями 6, управляемыми микроконтроллером.

Шаговый двигатель посредством драйвера связан электрической связью с микроконтроллером. Площадь проходного регулируемого сечения $ABCD$, образующегося при пересечении канавок золотника и корпуса дозатора, определяется по формуле

$$S = S_0 \alpha B,$$

где S_0 – сечение, определяемое режимом холостого хода, мм²; α – угол поворота золотника, градус; B – коэффициент, задающий конфигурацию дозирующих частей золотника, градус.

Изменение проходного регулируемого сечения $ABCD$ дозатора происходит в результате пересечения в разных местах канавки на наружной поверхности золотника и канавки на внутренней поверхности корпуса дозатора во время поворота золотника на необходимые углы с помощью шагового двигателя по командам микроконтроллера. Золотник с профильной канавкой обеспечивает автоматическое изменение цикловой подачи при переходе с одного вида топлива на другой. Основные технические решения защищены патентом РФ.

Литература

1. **Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В., Иващенко Н.А.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
2. **Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В.** Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 480 с.
3. **Ерохов В.И., Карунин А.Л.** Газодизельные автомобили. Учебное пособие. – М.: Граф-Пресс, 2005. – 560 с.
4. **Семенов В.Г.** Оптимизация состава бинарного альтернативного дизельного топлива // Химия и технология топлив и масел. – 2003. – № 4. – С. 29-32.
5. **Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И.** Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 360 с.
6. **Московкин В.Н., Вохминов Д.Е., Кошелев Н.В.** О преимуществах расчетных исследований перед экспериментальными для сравнительного сопоставления свойств автомобиля // Автомобили и двигатели: Сб. науч. тр. НАМИ. – М., 2001. – С. 225-230.

НЕМЕЦКОЕ КАЧЕСТВО



**Современные комплексные
решения по транспортировке,
хранению, учету и продаже
сжиженного углеводородного газа**

• насосы • компрессоры • газораздаточные колонки • запорно-
предохранительная арматура • счетные установки •
газогенераторное оборудование • комплексы автоматизации •

WWW.FAS.SU

узнайте подробнее
(495) 647 0577 • (812) 335 4950

Перспективы плавучих заводов по производству СПГ

А.Г. Гречко,

главный технолог ОАО «Газпром», д.т.н.,

А.И. Новиков,

начальник отдела ОАО «Газпром»

В статье приведен обзор проектов плавучих заводов (ПЗ) сжиженного природного газа (СПГ). ПЗ СПГ представляет собой судно или баржу с устройством для стыковки со скважиной, с системой подготовки и очистки газа, заводом сжижения газа, хранилищем СПГ и сопутствующих сжиженных углеводородов, системой отгрузки СПГ. ПЗ СПГ позволяют осваивать небольшие газовые морские месторождения, их также можно использовать на первых этапах освоения крупных месторождений или по другим схемам. Рассмотрены особенности наиболее интересных проектов ПЗ СПГ фирм Air Products, Shell, Flex LNG, SBM Offshore – Linde, INPEX и других.

Ключевые слова: СПГ, плавучие заводы по производству СПГ.

Prospects for Liquid Natural Gas Floating Production Storage and Offloading Systems (LNG FPSO)

A.G. Grechko, A.I. Novikov

Review of LNG FPSO projects is presented. LNG FPSO is self-propelled offshore vessel or barge for offshore LNG production which contains connection with subsea production system, gas treating system, LNG plant, LNG and condensate storages, unloading system. LNG FPSO provide capability for small offshore gas fields development and monetization, for application at early stages of large gas fields development or for others schemes of application. Features of the most interesting LNG FPSO projects such as Air Products, Shell, Flex LNG, SBM Offshore and Linde, INPEX and others are considered.

Keywords: LNG, FPSO, offshore LNG production, LNG plant.

Открытие крупных месторождений газа на шельфе во второй половине 90-х гг. прошлого века обусловило бурный рост морских нефтегазовых сооружений во всем мире: Северное и Баренцево моря, Мексиканский залив, морские акватории Катара, Малайзии, Индонезии, Австралии, Сахалина, Нигерии и др. В настоящее время разрабатываются в основном крупные газовые морские

месторождения, эксплуатация которых рассчитана на десятилетия. При этом строятся дорогая береговая и морская инфраструктуры: добычные платформы и подводные добычные комплексы, морские трубопроводы от месторождения до берега, наземный завод СПГ, порт с отгрузочными терминалами, дороги, энергоснабжение, требующие больших вложений финансовых затрат.

Вместе с тем на шельфе имеется множество месторождений, разработка которых традиционными методами нерентабельна из-за их удаленности и небольших объемов углеводородов. Строить морской трубопровод и наземный завод СПГ невыгодно, так как месторождения небольшие и довольно быстро будут исчерпаны.

Для таких месторождений экономически целесообразно применение плавучих заводов СПГ (LNG Floating Production Storage and Offloading – LNG FPSO).

ПЗ СПГ может обеспечить:

- монетизацию небольших морских газовых месторождений, разработка которых в настоящее время экономически невыгодна из-за малых размеров, удаленности от мест потребления и отсутствия трубопроводной инфраструктуры;

- монетизацию попутного газа с нефтяных морских месторождений, который сегодня сжигается или закачивается обратно;

- производство СПГ на ранних этапах разработки месторождения, пока береговой завод СПГ оценивается или строится (например, Штокмановское месторождение).

Несколько ПЗ СПГ или плавучие заводы большой производительности могут быть использованы на больших месторождениях. При этом экономия достигается за счет сокращения сроков ввода в эксплуатацию и исключения необходимости строительства добычных платформ, морских трубопроводов от месторождения до берега, наземного завода СПГ и порта с отгрузочными терминалами.

Преимущества ПЗ СПГ:

- малая продолжительность строительства;

- конкурентоспособная стоимость 1 т СПГ, произведенной на ПЗ СПГ, в сравнении с очень сильно возросшей стоимостью 1 т СПГ, произведенной наземными заводами;

- полный цикл изготовления и пусконаладочных испытаний на заводе-верфи;

- мобильность – после исчерпания запасов газа возможность использования на других месторождениях;

- минимизация ликвидационных фондов;

- внедрение технологий наземных заводов СПГ путем упрощения конструктивных решений.

Разумеется, такое перспективное направление не могло не остаться незамеченным. Компании Air Products, Shell, Flex LNG, SBM Offshore – Linde, INPEX и другие проводят интенсивные разработки с целью создания ПЗ СПГ.

Одним из наиболее интересных и проработанных проектов, на наш взгляд, является проект ПЗ СПГ компании Flex LNG, ведущей научно-исследовательские работы в этом направлении с 2006 г. [1, 2]. Ее исследования показали экономическую выгоду от внедрения плавучих заводов. Фирмой была разработана концепция ПЗ СПГ, и в настоящее время Flex LNG разместила заказ на строительство четырех ПЗ СПГ на верфи Samsung Heavy Industries (SHI, Южная Корея) [3], при этом фирма Mitsubishi передала SHI технологию изготовления призматических жестких танков для хранения СПГ.

Известный крупный игрок газовой промышленности компания Shell, также интенсивно разрабатывающая тему ПЗ СПГ, заключила 15-летний контракт с фирмой SHI на строительство ряда ПЗ СПГ [4]. Кроме того, известны аналогичные проекты таких компаний как SBM Offshore в партнерстве с Linde [5], Höegh LNG [6], INPEX [7], CB&I [8] и др.

Рассмотрим технические решения, предлагаемые различными фирмами для реализации ПЗ СПГ.

Следует отметить, что холодильные циклы для ПЗ СПГ могут отличаться от циклов для наземных

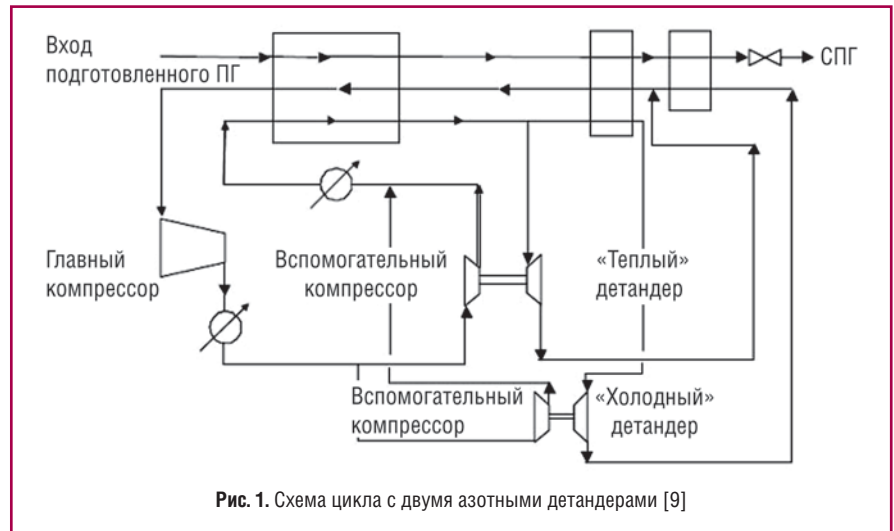


Рис. 1. Схема цикла с двумя азотными детандерами [9]

заводов СПГ большой производительности из-за специфических требований к ПЗ СПГ:

- производительность от одного до нескольких Мт/г;

- компактность и небольшая масса;

- модульный дизайн;

- высочайшая безопасность, в том числе за счет сокращения количества взрывоопасных хладагентов;

- работоспособность в морских условиях (качка, соленая вода и т.д.);

- простота работы;

- низкая стоимость оборудования;

- возможность быстрого запуска;

- высокая надежность.

Для ПЗ СПГ наиболее важна надежность, компактность и безопасность, эффективность цикла здесь тоже важна, но не в ущерб первым трем требованиям.

ПЗ СПГ фирмы FLEX LNG [1, 2] характеризуются адаптацией системы предварительной подготовки газа к специфике месторождения:

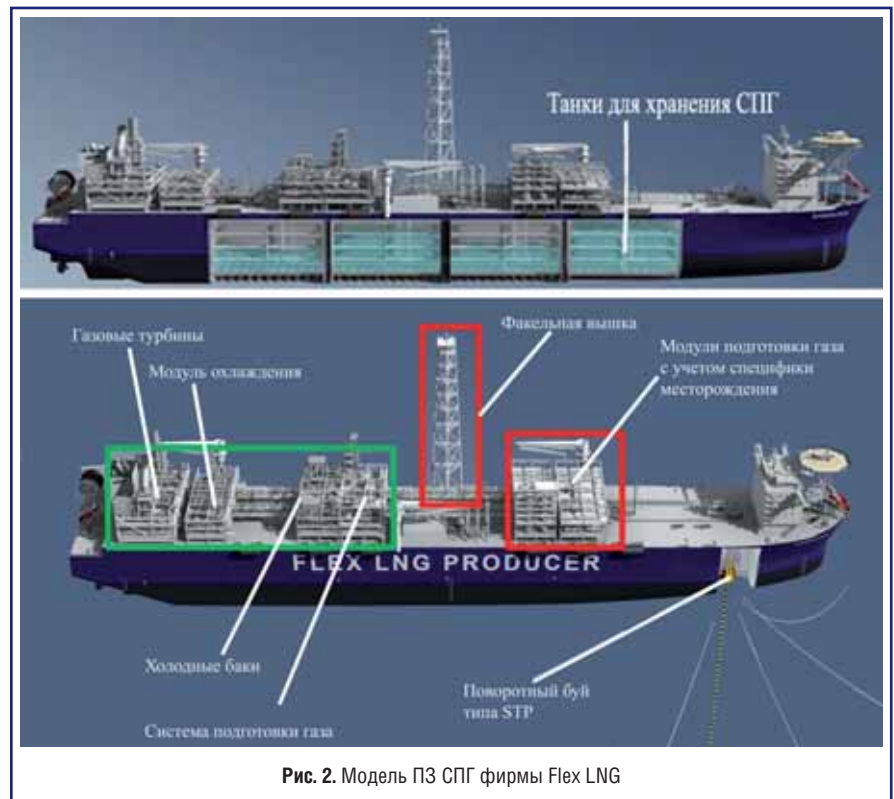


Рис. 2. Модель ПЗ СПГ фирмы Flex LNG

сепарация и стабилизация конденсата, производство сжиженных нефтяных газов, удаление углекислого газа и его обратная закачка в пласт, удаление азота и др. В результате на ожигательную установку подается газ, эквивалентный очищенному трубопроводному.

Ожигательный процесс – двойной детандерный цикл с азотом в качестве хладагента, считающийся на сегодняшний день одним из самых перспективных для ПЗ СПГ (рис. 1). К главным преимуществам цикла относятся высокая степень безопасности из-за отсутствия взрывоопасных хладагентов, компактность, отсутствие влияния качки, быстрота пуска-останова. Двойной детандерный азотный цикл является проверенной технологией для малых и средних заводов СПГ, для установок обратной конденсации на танкерах СПГ и устройств покрытия пиковых нагрузок.

ПЗ СПГ фирмы FLEX LNG (рис. 2) предназначен для работы в широком диапазоне состава газа с номинальной суммарной производительностью (две линии) 1,7-1,95 Мт/год. Основные характеристики судна:

- двойные борта;
- вместимость хранилища СПГ призматического типа – 170 тыс. м³;



Рис. 4. ПЗ СПГ SBM Offshore – Linde на 2,5 Мт/год

- вместимость хранилища конденсата – 50 тыс. м³;
- два поворотных двигателя 2×4,5 МВт;
- ожигательный цикл с двумя азотными детандерами;
- привод азотных компрессоров от газовой турбины;
- подсоединение к скважине с помощью внутреннего поворотного буя типа STP;
- оборудование в виде стандартизированных модулей;
- специальные модули для подготовки газа, адаптированные к месторождению;

- отгрузка СПГ с помощью стандартного терминала борт к борту или тандемная;
- кормовая отгрузка конденсата/СНГ.

Преимущества призматических танков для хранения СПГ типа INI-SPB:

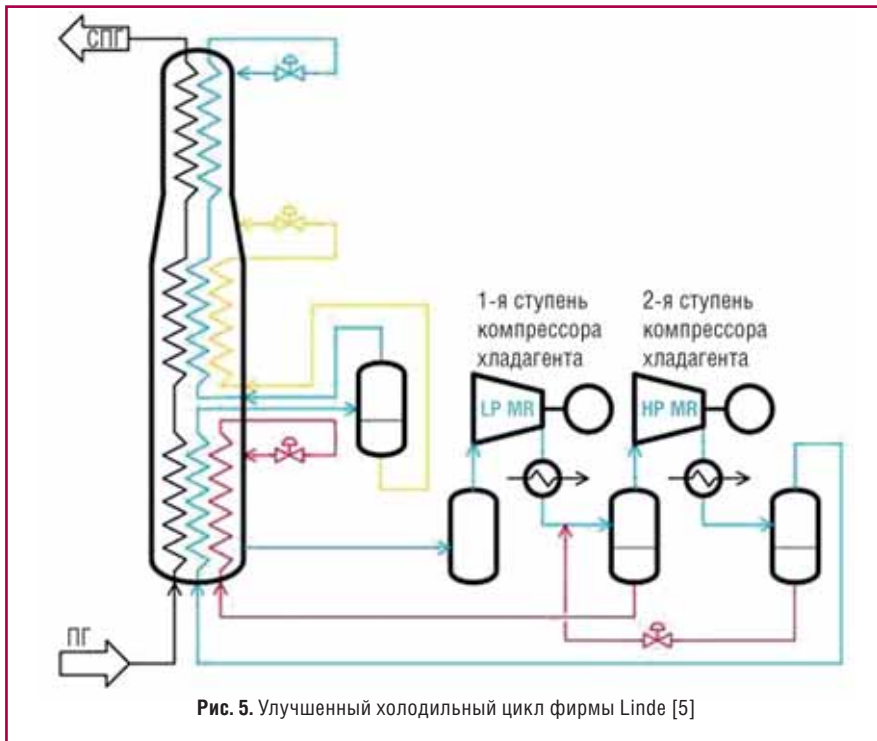
- устойчивость к воздействию волн;
- большая ровная свободная палуба для оборудования верхних строений;
- материал – нержавеющая криогенная сталь типа российского аналога 12Х18Н10Т;
- проверенная технология в условиях северных морей: 15 лет доставки СПГ с Аляски в Японию.

Планируемое внедрение ПЗ СПГ – шельф Нигерии и Папуа Новая Гвинея, начало эксплуатации – в 2013 г.

Фирма Shell начала работы по ПЗ СПГ в 1997 г. На сегодня Shell подписала рамочное соглашение с консорциумом из компаний Technip и Samsung на разработку, строительство и установку десяти ПЗ СПГ на период до 15 лет (это крупнейший контракт в истории судостроения на сумму 50 млрд долл. США) [10], а также контракт на выполнение дизайна (FEED) для ПЗ СПГ на 3,5 Мт/год, массой конструкций 200 тыс. т, длиной 456 м, шириной 74 м и высотой



Рис. 3. ПЗ СПГ фирмы Shell на 3,5 Мт/год в виде баржи



до 100 м (рис. 3). Как известно, фирма Shell использует на своих заводах СПГ процесс ожижения с двумя смесевыми хладагентами (DMR) [11]. Прорабатывается вопрос внедрения ПЗ СПГ для месторождений Prelude (60-85 млрд м³) и Greater Sunrise (225 млрд м³) в Австралии. Начало эксплуатации планировалось в 2012 г., но возможно оно будет сдвинуто на 2016 г.

ПЗ СПГ фирм SBM Offshore – Linde (рис. 4) спроектирован на

производительность 2,5 Мт/год и использует проверенный улучшенный холодильный цикл Линде с одним смесевым хладагентом для месторождений с запасами более 30 млрд м³ [5]. Планируемый ввод в строй первого ПЗ СПГ – 2012 г.

Вообще улучшенный холодильный цикл фирмы Linde с одним смесевым хладагентом (рис. 5) можно использовать для диапазона производительности ПЗ СПГ от 0,2 до 2,5 Мт/год. Для производительности до

1 Мт/год Линде предлагает процесс LiCooN, использующий цикл азотного детандера с предварительным охлаждением углекислым газом, в котором отсутствуют огнеопасные хладагенты, что делает его более привлекательным для применения на ПЗ СПГ.

Фирма Høegh LNG (Норвегия) разработала ПЗ СПГ для богатого газа [6]. В июне 2009 г. было получено принципиальное одобрение национального классификационного общества DNV на этот проект. ПЗ СПГ рассчитан для работы в Западной Африке, Средиземном и Карибском морях, с производительностью 1,6 Мт/год. Терминал отгрузки двух видов: борт к борту (side by side – SBS), состоящий из трех загрузочных рукавов для СПГ и двух для СНГ, и тандемная загрузка при плохих погодных условиях, скорость загрузки СПГ 10 тыс. м³/ч. Система хранения СПГ – мембранные танки типа NO96 по новой технологии в два ряда (рис. 6), что уменьшает воздействие волн СПГ на стенки танка. В настоящее время рассматриваются различные месторождения для внедрения.

Компания INPEX Corporation (Япония) разрабатывает ПЗ СПГ для морского газового месторождения Abadi (Индонезия) со следующими техническими характеристиками: производительность 4,5 Мт СПГ/год и 13 тыс. брл конденсата в сутки, срок эксплуатации – более 30 лет. Считается, что ПЗ СПГ позволит уменьшить стоимость строительства и эксплуатации, продолжительность строительства и воздействие на окружающую среду. Срок ввода в эксплуатацию – 2016 г. [7].

Фирма Air Products, являющаяся лидером в разработке и изготовлении наземных заводов СПГ, исследует проблемы применения своего оборудования для ПЗ СПГ на



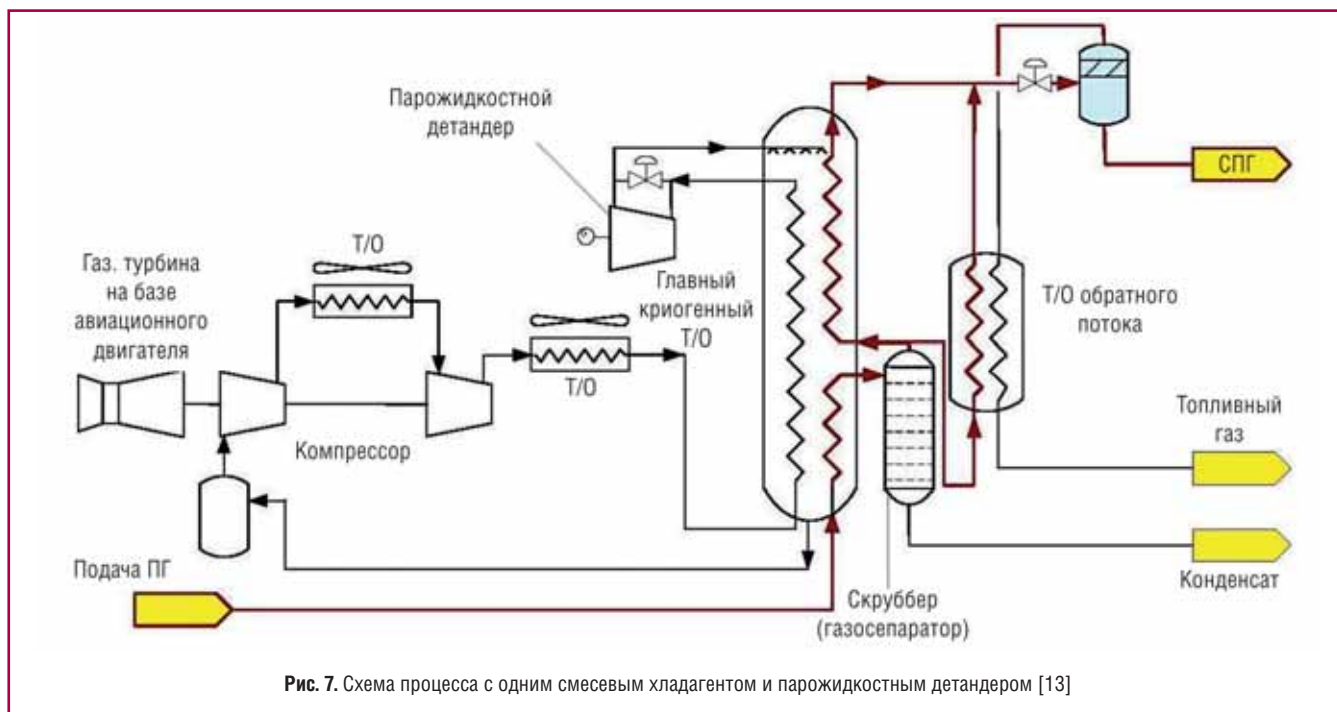


Рис. 7. Схема процесса с одним смешевым хладагентом и парожидкостным детандером [13]

протяжении более 20 лет. Для ПЗ СПГ производительностью 0,5-6 Мт/год предлагается процесс с двумя смешевыми хладагентами (DMR), в котором первый хладагент используется для предварительного охлаждения, а второй – для оживания и переохлаждения ПГ [12]. По эффективности этот процесс приближается к наиболее популярному для наземных заводов процессу СЗMR, но требует меньшего числа компонентов, занимает меньше места на палубе и улучшает безопасность, так как исключает хранение больших объемов пропана. Так, установка производительностью 3 Мт/год с двумя витыми теплообменниками и тремя газовыми турбинами LM6000 фирмы General Electric для привода компрессоров вписывается в площадку 48×56 м.

Для производительности более 6 Мт/год можно использовать высокоэффективный и экономичный процесс AP-X с двумя смешевыми хладагентами.

Фирма Air Products гарантирует, что волна и качка не скажутся на теплообменных и прочностных характеристиках поставляемого оборудования.

Фирма Foster Wheeler для ПЗ СПГ предлагает [13] процесс с одним смешевым хладагентом и парожидкостным детандером (рис. 7). Смесевой хладагент (СХ), состоящий из азота, метана, этана, пропана и н-бутана, сжимается в двух ступенях компрессора хладагента. После ступеней компрессии требуется межступенчатое охлаждение хладагента и после сжатия. СХ высокого давления частично конденсируется в автокулере (теплообменник после последней ступени сжатия) перед входом в главный спиральновитой криогенный теплообменник. Применение парожидкостного детандера позволяет существенно улучшить эффективность процесса за счет полной конденсации СХ на выходе детандера.

Для охлаждения газа после ступеней компрессора на заводе морского базирования используют охлаждение морской водой, позволяющее сделать конструкцию теплообменников компактной и эффективной. Наилучшим решением считается использование коррозионно-устойчивых титановых теплообменников. Следует отметить, что технологии по получению изделий из титана

относятся к высоким технологиям, и на Западе титановые теплообменники производятся ограниченным числом компаний, что может приводить к задержкам в поставке. В нашей стране эти технологии были освоены для строительства подводных лодок и могли быть задействованы для производства морских теплообменников.

Каскадный цикл ConocoPhillips, показавший хорошие результаты для наземных заводов СПГ, в котором охлаждение осуществляется с помощью двух линий тремя хладагентами (пропаном, этиленом и метаном, каждый со своим компрессором хладагента), признан экономически невыгодным для плавучего применения [14]. Хотя удельные затраты энергии малы, но завод с большим количеством оборудования требует значительной площади для размещения, а хладагенты, завозимые с берега, – отдельных хранилищ.

Особое внимание следует уделять влиянию качки на характеристики теплообменного оборудования, особенно для циклов со смешевыми хладагентами (MR, СЗMR, DMR). Под

вопросом остается их работоспособность при качке из-за возможных проблем с равномерным распределением двухфазных потоков [15]. Кроме того, эти циклы чувствительны к составу сжижаемого ПГ. Состав смесового хладагента должен быть адаптирован к месторождению, что может быть проблемой при работе на различных месторождениях.

В ближайшие годы описанные технологии будут впервые внедрены на ряде морских месторождений. Ожидаемый экономический эффект от их внедрения для разработки неперспективных, но многочисленных малых и средних морских месторождений, может быть соизмерим с эффектом от разработки больших месторождений.

Создание ПЗ СПГ может быть очень привлекательно и для России, имеющей большое число морских газовых месторождений. При этом можно было бы задействовать мощности отечественных верфей и предприятий криогенной промышленности.

Литература

1. **Pastoor, W.** Developing the world's first floating LNG production vessels. FPSO 2009 conference, Oslo, Norway, Flex-L-PDF-Flex-LNG.pdf.
2. The FLEX LNG Producer Concept. Sea Asia 2009, Singapore, 23 April 2009, <http://www.flexlng.com/?page=194&news=10&history=archive>
3. FLEX LNG LTD («FLEX LNG») and Mitsubishi Corporation («MC») Provide Update on Progress LNG and Strategic Discussions. Flex LNG Press release. December 2008.
4. SHI to Construct as Many as 10 LNG-FPSO for Royal Dutch Shell PLC over Next 15 Years. http://www.shi.samsung.co.kr/Eng/pr/news_view.aspx?Seq=752&mac=ea6912116359d3a8922e73985d8f7077.
5. Linde LNG. http://www.linde-process-engineering.com/documents/05LNGFPSO_flyer_Final_Nov2007.pdf.
6. The LNG FPSO Project. http://www.hoegh.com/lng/project/fpso_project.
7. INPEX Business Strategy and Two LNG Projects: Ichthys and Abadi. INPEX CORPORATION, July 3, 2009, <http://www.inpex.co.jp/english/ir/library/pdf/presentation/e-Presentation20090703-a.pdf>
8. NicheLNG (SM) Floating Production. <http://www.cbi.com/technologies-services/nichelngsm-floating-production>.
9. **Finn A., Johnson G., Tomlinson T.** LNG technology for offshore and mid-scale plants, 79th Annual GPA Convention, Atlanta, March 2000.
10. SHI to Construct as Many as 10 LNG-FPSO for Royal Dutch Shell PLC over Next 15 Years. http://www.shi.samsung.co.kr/Eng/pr/news_view.aspx?Seq=752&mac=ea6912116359d3a8922e73985d8f7077
11. Double mixed refrigerant process for liquefying natural gas. USA Patent specification 6370910.
12. Floating LNG Plant. <http://www.airproducts.com/LNG/ProductsandServices/FloatingLNGPlant.htm>
13. **Barclay, M., Shukri, T.** Enhanced single mixed refrigerant process for stranded gas liquefaction. Fosters Wheeler Energy Limited, [http://www.fwc.com/publications/tech_papers/files/HLNG15 SMR LNG Process_0703200760743.pdf](http://www.fwc.com/publications/tech_papers/files/HLNG15%20SMR%20LNG%20Process_0703200760743.pdf).
14. **Finn, A.** Effective LNG production offshore. GPA LNG 2002, Costain Oil, Gas & Process Ltd. www.costain-floating-lng.com/.../GPA LNG 2002 V2-0.pdf
15. **Waldie, B.** Effect of Tilt and Motion on LNG and GTL Process Equipment for Floating Production, GPA Europe Annual Conference, Rome, Italy, Sept. 2002.

Сжижение природного газа и его регазификация в море*

С. Робертсон, Л. Миллер,
компания Douglas-Weswood Ltd.

В настоящей статье проанализированы ключевые рыночные стимулы для разработки проектов получения СПГ на FLNG-терминалах и выполнен краткий обзор некоторых из основных технологий, позволяющих их реализовать. Данные взяты из отчета The World FLNG Market Report 2009-2015, опубликованного компанией Douglas-Weswood.

Поскольку спрос на природный газ остается высоким, а строительство заводов СПГ на суше происходит со значительными задержками и увеличением затрат, больше внимания стало уделяться новым потенциальным возможностям получения СПГ на плавучих

терминалах. В последние годы построено несколько крупных высокопрофильных плавучих терминалов для регазификации сжиженного природного газа (СПГ), особенно в США. Уже стали применяться плавучие терминалы регазификации СПГ и импорта природного газа. Ожидается, что капитальные затраты на создание таких терминалов

СПГ (floating liquid natural gas – FLNG) вырастут с 695 млн долл. США в 2008 г. почти до 8,5 млрд долл. США в 2015 г.

Стимулы для FLNG-проектов

Существует несколько проблем, с которыми сталкивается сектор СПГ, включая заметно увеличивающиеся затраты на разработку проекта, поставку оборудования и строительство, местную оппозицию строительству на суше СПГ-заводов и геополитические проблемы. Несмотря на значительный спрос на природный газ, эти проблемы приводят к задержке принятия многих окончательных решений по финансированию строительства СПГ-заводов на суше, что ограничивает потребление газа, а значит и темпы развития промышленности. В частности, ужесточение мер по охране и безопасности зон вокруг СПГ-заводов, требуемое местными органами управления в Северной Америке и

* Журнал «Нефтегазовые технологии», 2009, №9

Западной Европе, способствовало росту числа предлагаемых FLNG-проектов. Например, использование судов для регазификации СПГ (regasification vessels – RV) становится общепринятой практикой. Проект с RV-судами может быть разработан значительно быстрее в сравнении с проектом СПГ-завода на суше. Существует несколько главных стимулов для разработки FLNG-проектов.

Возрастающий спрос на природный газ

Наблюдается устойчивое увеличение спроса на природный газ в развивающихся странах, обусловленное стремительным ростом потребления энергии для экономического развития. Все более широкое использование вместо угля природного газа и возобновляемых источников для генерирования электроэнергии также увеличило спрос на природный газ.

Монетизация

Значительное количество газовых ресурсов не используется эффективно. Добываемый попутный газ либо сжигается в факелах, либо закачивается снова в скважины. FLNG-сжижение представляет собой жизнеспособную альтернативу строительству на суше новой инфраструктуры для превращения в деньги этих газовых ресурсов.

ЕРС-затраты на терминалы на суше

Рост затрат труда и материалов и недостаточно развитый рынок предложений подрядчиков для строительства СПГ-заводов привели к значительному увеличению стоимости новых ЕРС-контрактов, особенно для строительства СПГ-заводов на суше.

Обеспечение безопасности

Осознаваемая уязвимость СПГ-заводов на суше, особенно в политически сложных регионах, заставляет энергетические компании серьезно задумываться об использовании морских СПГ-терминалов.

Оппозиция строительству СПГ-заводов на суше

Позиция «только не на моей земле» привела к расширению использования морских технологий, особенно в США.

Экология

FLNG-терминалы для получения СПГ позволят избежать сжигания в факелах попутного нефтяного газа. В большинстве случаев FLNG-терминалы будут более экологичными, чем СПГ-заводы на суше.

Существующие технологии

Разработка оборудования для получения СПГ и его регазификации на морских терминалах имеет ряд конструктивных проблем, особенно это касается уменьшения размеров (занимаемой площади) необходимого технологического оборудования для сжижения или регазификации СПГ.

Системы резервуаров

Качка при движении судна представляет собой большую проблему для хранения СПГ и усугубляется при неполной загрузке судна. Системы резервуаров мембранного типа, которые используются более чем на половине существующего флота СПГ-судов, особенно уязвимы и склонны к повреждениям из-за сильной качки. По этой причине они не подходят для судов, большую часть своего времени находящихся в частично загруженном состоянии, как это имеет место в FLNG-терминалах для сжижения и регазификации СПГ. Система сферических резервуаров Kvaerner-Moss также не подходит для FLNG-терминалов, поскольку она занимает все важное палубное пространство.

Проектировщикам FLNG-терминалов нужно перейти от использования существующих систем, упомянутых выше, к новым системам призматических резервуаров, разработанных специально для применения на плавучих FLNG-терминалах, таких как двойные алюминиевые резервуары компании Aker и резервуары для СПГ компании Sevan Marine, используемые на плавучей системе добычи, хранения, разгрузки и транспортировки продукции (floating production, storage and offloading system – FPSO). Эти резервуары устойчивы к качке и могут размещаться на палубе.

Системы разгрузки

Перегрузка с судна на судно является одной из наименее отработанных технологий в СПГ-отрасли, поэтому ведутся широкие исследования, разработки и испытания в этой области.

На СПГ-заводах на суше для перегрузки СПГ и/или природного газа на транспортное судно (или с него) используются морские загрузочные рукава, которые могут также использоваться на морских плавучих терминалах. При этом необходимо, чтобы два судна находились близко друг к другу (либо борт к борту, либо корма к носу), что опасно при большом волнении на море и при плохой погоде.

Альтернативой разгрузочным рукавам является гибкий шланг для криогенных жидкостей. Такая технология перегрузки и транспортировки СПГ является развивающейся и еще не широко распространена.

При этом в феврале 2007 г. была выполнена успешная перегрузка СПГ с судна на судно (находящихся борт к борту) с использованием криогенного шланга в порту Тиссайда (Великобритания). Разработана система перегрузки СПГ при высоких волнах, которая является еще одним примером решения тандемной схемы расположения судов.

В системе перегрузки СПГ может использоваться гибкий криогенный шланг, разработанный компанией Technip. Ожидается, что эта тандемная схема позволит значительно улучшить диапазон рабочих характеристик загрузки и разгрузки СПГ в открытом море. Однако решение, которое, в конечном счете, обеспечит наибольшую гибкость для FLNG-бизнеса и значительно уменьшит необходимость внедрения и использования дорогостоящих модификаций существующих транспортных СПГ-судов, заключается в использовании плавучего варианта системы погрузки и разгрузки. Такая система позволит присоединять шланг к манифольду в средней части СПГ-судна или к специально разработанному манифольду в носовой его части.

FLNG-терминалы импорта (регазификации)

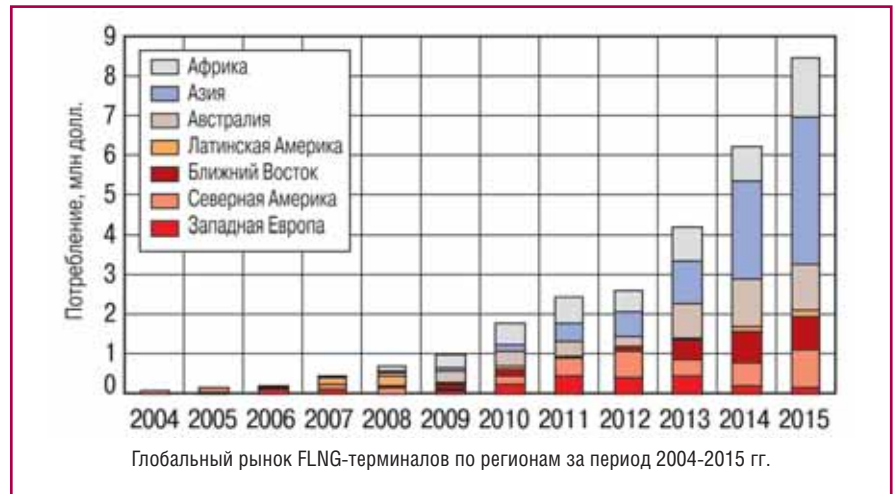
Без сомнения приемные терминалы представляют собой самые

инновационные разработки в FLNG-области. Первый FLNG-терминал импорта Gulf Gateway компании Excelerate Energy в Мексиканском заливе был введен в эксплуатацию в США в 2005 г. В настоящее время эксплуатируются еще четыре FLNG-терминала импорта в следующих географических точках мира: Бахия Бланка (Аргентина), Песем (Бразилия), на шельфе Бостона (северо-западный терминал США) и терминал Тиссайда (Великобритания). В отличие от других действующих FLNG-терминалов в Песеме СПГ хранится на борту, для чего служит плавучая платформа для хранения СПГ и его регазификации, а не RV-судно. По прогнозам авторов, в следующем десятилетии будет наблюдаться значительный рост числа FLNG-терминалов импорта, главным образом в Северной Америке и Западной Европе. Ожидается, что первые FLNG-терминалы импорта появятся в Африке (ЮАР), Азии (Пакистан), на Ближнем Востоке (ОАЭ, Дубай) в течение 2009-2015 гг.

FLNG-терминалы сжижения

Ожидается, что первая в мире плавучая FPSO-платформа для сжижения природного газа будет одним из четырех универсальных судов для получения СПГ, которые строятся в настоящее время. Два этих судна предназначены для использования на месторождениях: одно – на месторождении Билабри компании Peak Petroleum на морском шельфе Нигерии, другое будет направлено в Папуа Новую Гвинею, где компания Rift Oil собирается его использовать для сжижения природного газа, добываемого на своем находящемся на суше месторождении Пук Пук.

Ожидается, что эти FLNG/FPSO-суда начнут давать продукцию в 2011-2012 гг. Они являются единственными заказанными в настоящее время судами для сжижения природного газа. Однако наблюдается все возрастающий интерес к таким проектам, и многие крупные компании (такие как BP Offshore, Shell, Sevan Marine, SBM Offshore, Inpex and Höegh LNG) проявляют интерес к разработке проектов плавучих FPSO-платформ для сжижения природного газа.



На рисунке показана динамика изменений капиталовложений в оба типа FLNG-судов для сжижения природного газа и его импорта. Существует прогноз, что годовые капиталовложения достигнут 8,5 млрд долл. США к 2015 г., а суммарные капиталовложения за 2009-2015 гг. достигнут 26,8 млрд долл. США. Ожидается, что Африка и Азия станут крупными экспортерами FLNG-судов и будут претендовать на самую большую долю глобального рынка в этой технологии. Азия станет претендентом на самую большую долю из 27 млрд долл. США глобального рынка, которая по прогнозам составит 32 %. Африка будет следующим самым большим регионом с долей, равной 5,3 млрд долл. США или 20 % от глобального рынка. Северная Америка, несмотря на то, что в ней разрабатывается самое большое число FLNG-проектов, тем не менее, претендует только на 12 % глобального рынка, что составит около 3,3 млрд долл. США.

Этот прогноз глобального рынка базируется на модели, построенной на основе анализа перспектив разработки FLNG-проектов с распределением капиталовложений по срокам и стадиям их выполнения для учета возможной структуры каждого проекта. Эта модель разработана на основе консультаций с экспертами в этой отрасли, кроме того, проверена ее зависимость от внешних факторов, таких как ограничения, связанные с наличием целой цепи поставщиков.

Прогнозы сегментированы по следующим сферам деятельности: лицензирование технологий;

предварительное инженерное проектирование и расчеты; менеджмент проекта и рабочее инженерное проектирование; технология строительства сооружений на месторождениях; строительство и монтаж оборудования, ввод в эксплуатацию.

Если разделить капиталовложения между терминалами импорта и экспорта, то капиталовложения в терминалы импорта составляют 27 % всех капиталовложений за период 2009-2015 гг., хотя эта пропорция значительно изменяется в течение какого-то конкретного периода. Ключевые сферы деятельности включают строительство с суммарными затратами почти в 19 млрд долл. США, рабочее инженерное проектирование и менеджмент проекта с суммарными затратами более 3 млрд долл. США до 2015 г.

С ввода в эксплуатацию первого в мире плавучего FLNG-терминала в 2005 г. FLNG-отрасль быстро развивается, и главными ее задачами являются разработка проектов, исследования и получение инвестиций. Задержки проектов строительства СПГ-заводов на суше, рост EPC-затрат, экологические и политические проблемы – все это можно рассматривать в качестве главных стимулов развития этого сектора. Технология сжижения природного газа на FLNG-терминалах хотя еще не в полной мере апробирована, но, тем не менее, обладает большим потенциалом получения прибыли от газа, не нашедшего полезного применения в экономике, сжигаемого в факелах, закачиваемого обратно в скважины или вовсе не разрабатываемого.

Бортовой генератор синтез-газа для ДВС с искровым зажиганием

С.Ф. Перетрухин,

главный конструктор, директор научно-производственного комплекса РФЯЦ ВНИИЭФ, к.т.н.,

О.Ф. Брицкий,

заместитель главного конструктора РФЯЦ ВНИИЭФ,

В.А. Кириллов,

заведующий лабораторией Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, д.т.н.,

Н.А. Кузин,

старший научный сотрудник Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, к.х.н.,

С.И. Козлов,

главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

Приведен обзор современного состояния перспектив применения обедненных топливовоздушных смесей с добавками водорода и синтез-газа для двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Сделано сравнение различных вариантов хранения водорода на борту транспортных средств. Приведены результаты испытания автомобиля, работающего на природном газе с добавками синтез-газа, в стендовых условиях, на беговых барабанах и в дорожных условиях. Дана оценка перспектив применения разрабатываемой технологии для создания энергоэффективных экологически чистых двигателей.

Ключевые слова: бортовой генератор, синтез-газ, углеводородные топлива, природный газ, эмиссия, автомобиль, стендовые и дорожные испытания.

On-board synthesis gas generator for spark vehicle applications

S.F. Peretruchin, O.F. Brizitski, V.A. Kirillov, N.A. Kuzin, S.I. Kozlov

An overview of the current status and perspectives of lean fuel-air mixtures enriched with hydrogen or synthesis gas additives for internal combustion engine (ICE) applications is presented. Comparative analysis of on-board hydrogen supply systems (cylinder, liquefied, generated from borohydrides or by water electrolysis) is performed. An approach based on air conversion of a part of primary fuel into synthesis gas and the use of the produced gas as an additive to primary fuel was proved most promising. For this purpose, a number of catalysts for natural gas (used as fuel) conversion to synthesis gas were developed. A compact under-cowling mounted synthesis gas generator was designed together with its control unit adjusted with ICE control system. A vehicle equipped with synthesis gas generator and fuelled by natural gas with synthesis gas additives was tested on bench, chassis dyno-rollers and road. Potentials of the proposed technology for the development of energy-efficient ecologically conscious engines are analyzed.

Keywords: on-board generator, synthesis gas, hydrocarbon fuel, natural gas, emission, vehicle, bench and road testing.

В настоящее время проблема снижения токсичности отработавших газов и выбросов двуокиси углерода транспортными двигателями [1] решается организацией в двигателях с искровым зажиганием послойного смесеобразования для работы на обедненных смесях (коэффициент избытка воздуха $\alpha > 1$) и установкой в выпускной системе дорогостоящих трехкомпонентных катализаторов на основе платиноидов [2]. Надо отметить, что обеднение топливных смесей традиционными способами возможно для значений $\alpha \leq 1,25 \div 1,35$ из-за проблем обеспечения устойчивого зажигания топлива в двигателе, особенно на режимах малых нагрузок и холостого хода. В городском цикле движения именно на этих режимах автомобильные двигатели работают до 85 % времени [3]. Применение же каталитических нейтрализаторов отработавших газов далеко не самое рациональное решение, так как направлено на борьбу со следствиями принципиальных недостатков сжигания топлива в двигателях. Нейтрализаторы ухудшают показатели двигателя из-за увеличения противодавления на выпуске. Кроме того, установка каталитических систем увеличивает стоимость автомобиля примерно на 1 тыс. долл. США.

Устранение отмеченных недостатков организации рабочего процесса на бедных смесях в двигателях с искровым зажиганием возможно посредством использования, в частности, в качестве универсального энергоносителя для транспортных двигателей водорода. Однако его использование на транспорте предопределяет необходимость создания с нуля инфраструктуры по хранению, транспортировке, заправке водородом, а также эффективного его применения в энергетических установках транспортных машин, что потребует огромных капиталовложений. Например, потребности автотранспорта среднего города в водородном топливе оцениваются в $3 \cdot 10^5$ т/год ($\sim 33 \cdot 10^9$ м³). Энергозатраты на производство такого количества водорода электролизом воды составят $(1,3 \div 1,6) \cdot 10^{10}$ кВт·ч, а требуемые мощности (около 2 млн кВт)

эквивалентны строительству 9-10 АЭС типа «Малахит» или двух ВВЭР-1000. При этом потребуются капиталовложения более 3 млрд долл. США. Эти огромные затраты очевидны, так как водород является вторичным энергоносителем, а не топливом, и использоваться он должен более рационально, чем природные энергоносители.

В настоящее время созданы экспериментальные бортовые системы хранения сжатого газообразного водорода при давлении до 35 МПа в бесшовных толстостенных баллонах с многослойными стенками из низкоуглеродистых нержавеющей сталей. Масса баллона достигает 33 кг на 1 кг водорода. Такие системы хранения обеспечивают автомобилю пробег около 200 км. Для увеличения запаса хода до 500 км необходимо повысить давление в баллонах до 70 МПа, что весьма проблематично, так как для обеспечения требований безопасности необходимо, чтобы баллон выдерживал ударное давление, по крайней мере, вдвое превышающее рабочее давление газа. Кроме того, даже самые современные баллонные системы с использованием композитных и стекловолоконных материалов имеют в сравнении со стандартной системой хранения на борту бензина в 2-3 раза большие массовые и габаритные показатели при меньшем запасе хранимого топлива.

При сжижении водорода его объем уменьшается в 700 раз. Но для хранения жидкого водорода требуется создать криогенные системы. Одной из проблем при создании криогенных систем хранения водорода в жидком состоянии является то, что в таком виде он находится в узком интервале температур: от точки кипения 20 К до точки замерзания 17 К. Если температура поднимается выше точки кипения, водород переходит из жидкого состояния в газообразное, ниже точки замерзания – переходит в твердое состояние.

Перспективы развития бортовых криогенных систем связываются с созданием легких композитных баллонов с массовым содержанием водорода до 8-10 %. Пока же технологии производства и эксплуатации

криогенных систем хранения водорода остаются весьма сложными и дорогостоящими.

Теоретически привлекательной кажется возможность создания систем хранения водорода на борту транспортной машины, основанных на адсорбции водорода гидридами металлов (магния, железотитановых сплавов и др.). Однако гидриды хранят водород с небольшой плотностью энергии на единицу массы, а процессы их заправки идут недопустимо медленно. Извлекают водород из гидрида методом гидролиза и термической диссоциации при температуре от 150 до 300 °С. Чтобы избежать больших затрат энергии, нужно добиться высвобождения водорода при температурах около 80 °С. Исследования в этой области только начинаются.

Следует обратить особое внимание на оценку массогабаритных и стоимостных показателей металлгидридных систем хранения водорода. Массовое содержание доступного водорода в низкотемпературных металлгидридных средах составляет 1-2 %. Поэтому бортовая система хранения водорода для обеспечения хода на одной заправке в 500 км по массогабаритным показателям приближается к грузоподъемности автомобиля, а в контейнере для доставки водорода на АЗС массой 20 т будет содержаться не более 400 кг доступного водорода, что по теплоте сгорания эквивалентно 1,2 т бензина. Для транспортировки 1 т водорода потребуется контейнер, содержащий не менее 50 т поглощающего сплава, который с учетом массы системы теплообменников и конструктивных элементов будет весить около 75-100 т. Кроме того, стоимость только металлгидрида в таком контейнере составит 1,5-2,5 млн долл. США (стоимость поглощающих сплавов находится на уровне 30-50 долл./кг), а стоимость контейнера будет в 1,5-2 раза выше – 3-5 млн. долл. США!

Поскольку количество циклов зарядки-разрядки для современных сплавов-поглотителей до их деградации составляет приблизительно 10^3 на 1 т транспортируемого водорода, потери поглощающей способности эквивалентны стоимости примерно

50 кг сплава, то есть 1,5-2,5 тыс. долл. США. Это превышает стоимость 1 т водорода, полученного электролизом воды даже за счет электроэнергии АЭС. Очевидно, что затраты на транспортировку 1 т водорода в металлгидридных контейнерах с учетом полных энергозатрат и амортизационных отчислений будут непомерно высокими, и практическая реализация теоретически привлекательной идеи в обозримом будущем нецелесообразна, хотя есть определенные перспективы, связанные с новыми поглотителями (фуллерены, нанотрубки) с содержанием водорода более 10% [3].

Таким образом, существующие системы хранения водорода пока неприемлемы для широкого использования на транспорте. Проблемой остается также изменение свойств металла в водородной среде за счет насыщения его поверхностного слоя водородом и наступления так называемой водородной хрупкости.

Что же касается эффективного использования водорода в транспортных двигателях, то современные ДВС могут быть адаптированы для работы на водороде, а физико-химические свойства водородо-воздушных смесей позволяют организовать рабочий процесс двигателей на очень бедных смесях ($\alpha > 3$), что существенно снижает выбросы оксидов азота. Первые работы в этой области были проведены еще в 70-80 гг. прошлого столетия.

В то же время конвертирование ДВС с искровым зажиганием для работы на водороде приводит к уменьшению эффективной мощности из-за снижения коэффициента наполнения, возникновению обратных вспышек на нагрузках, близких к максимальным, необходимости применять систему рециркуляции отработавших газов для подавления детонационных явлений в камере сгорания и др. Поэтому необходимо создавать специальные конструкции транспортных двигателей, в которых могут быть реализованы преимущества этого вида топлива. Например, увеличение степени сжатия, работа двигателя во всем диапазоне нагрузок на бедных смесях и, как следствие, снижение потерь на газообмен,

улучшение топливной экономичности и др.

Водород можно использовать и в современных транспортных двигателях в качестве улучшающей добавки к обычному углеводородному топливу, хотя и такое решение не является принципиально новым [4-6]. В этом случае доля водорода в топливной смеси составляет всего 5-10%. Такое количество водорода, а точнее синтез-газа (многокомпонентные гетерогенные продукты конверсии, основу которых составляют водород и монооксид углерода), можно вырабатывать на борту в специальном топливном процессоре методом частичного окисления основного топлива. Работы, проведенные в этом направлении РЯЦ ВНИИЭФ и Институтом катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, показали, что использование синтез-газа, полученного на борту автомобиля, приводит к снижению выбросов CO и NO_x практически до уровня норм «Евро-4» без применения нейтрализаторов с одновременным увеличением КПД на 20-40 % на режимах малых нагрузок и холостом ходу. При этом наилучшие результаты получены при использовании в качестве основного топлива природного газа.

Аналогичные экспериментальные данные получены в США – на автомобиле с двигателем рабочим объемом 5,75 л, оснащенным генератором синтез-газа, расход бензина уменьшился на 26 % [7]. Однако разработка не нашла практического применения в связи с низким ресурсом катализаторов.

Для создания экономичных и экологически чистых двигателей за счет получения синтез-газа на борту транспортного средства и использования его в качестве добавки к основному топливу необходимо решить следующие основные задачи:

- создать новые катализаторы конверсии углеводородных топлив в синтез-газ с ресурсом работы не менее 10 тыс. ч;

- разработать интегрированные в конструкцию двигателя бортовые генераторы синтез-газа;

- разработать комплексную микропроцессорную систему управления

двигателем и бортовым генератором синтез-газа;

- провести отработку технологии при стендовых и дорожных испытаниях.

Настоящая работа обобщает результаты наших, ранее проведенных, исследований [8-10] и продолжает цикл публикаций по данной проблеме.

Разработка катализаторов конверсии топлив

Разнообразие химического состава углеводородных топлив, применяемых в транспортных двигателях, предопределяет необходимость выбора наиболее рациональных процессов конверсии для каждого вида топлива. Например, если в качестве топлива используется природный газ, то наиболее предпочтительным процессом конверсии является парциальное окисление на никельсодержащих катализаторах. Для бензинов, дизельных и смесевых топлив при решении проблемы подачи водяного пара в бортовой генератор синтез-газа предпочтительна автотермическая конверсия с рециркуляцией отработавших газов. Несмотря на различия в условиях работы катализаторов для конверсии различных углеводородных топлив, можно сформулировать общие требования к их свойствам, выделяющим эти катализаторы в особую группу, принципиально отличную

от существующих промышленных вариантов. Важнейшие из этих требований следующие:

- высокая термическая стабильность и стойкость к образованию окалины катализатора и носителя;

- теплопроводность слоя катализатора на уровне 1-5 Вт/м·К;

- ресурс катализатора не менее 10 тыс. ч;

- соответствие коэффициентов теплового расширения материала носителя и каталитически активного слоя;

- хорошая адгезия слоя катализатора к поверхности носителя;

- высокая механическая прочность и гибкость;

- возможность использования катализатора в качестве конструктивных элементов реактора синтез-газа;

- разработка катализаторов на основе плоских и гофрированных лент, позволяющих создавать различные конструктивные варианты каталитически активных структур, например, монолитные блоки, радиальные и планарные реакционные зоны генераторов синтез-газа;

- создание катализаторов универсального состава для конверсии различных видов топлив в синтез-газ.

Реакция парциального окисления природного газа экзотермична.



Рис. 1. Внешний вид плоских и гофрированных каталитических лент и образца монолитного катализатора

Исследования показали, что для предотвращения локального перегрева катализатора и обеспечения механической прочности конструкции целесообразно применение металлических носителей, например, на основе сеток и металлопористых материалов, выполненных в виде плоских или гофрированных лент (размеры гофра от 1,0 до 2,5 мм), толщиной не более 1 мм с нанесением катализатора с каждой стороны ленты. Наиболее перспективны никелевые катализаторы, армированные сеткой из нержавеющей стали, и никелевые катализаторы, нанесенные на ленточный пористый никель. В институте катализа им. Г.К. Борескова СО РАН созданы экспериментальные образцы никелевых катализаторов (рис. 1) конверсии углеводородов, армированные сеткой [11, 12], и отработаны элементы технологии их изготовления, создана также опытная партия для их дальнейшего использования в бортовых генераторах.

Эксперименты на бензиновых двигателях

Первые эксперименты по применению водорода и синтез-газа для решения проблемы снижения эмиссии CO₂ при одновременном снижении токсичности отработавших газов без применения трехкомпонентных нейтрализаторов проведены РФЯЦ ВНИИЭФ совместно с Институтом катализа им. Г.К. Борескова и ОАО «АвтоВАЗ» на моторном стенде Тольяттинского государственного университета (ТГУ) в 2004 г. [9]. Эксперименты проводились на двигателе ВАЗ 21102 с добавками чистого водорода к бензино-воздушной смеси. Эксперименты показали возможность снижения эмиссии вредных веществ без специальной обработки выпускных газов: NO_x – до 0,033 г/км, CO₂ – до 77 г/км при расходе бензина 3,3 л/100 км. При этом для обеспечения 500 км пробега автомобиля по смешанному европейскому циклу требовалось 90 л водорода, хранимого в баллонах под давлением 40 МПа. Дальнейшие эксперименты проводились с добавкой синтез-газа вместо водорода. Двигатель работал на бензине, а синтез-газ



Рис. 2. Экспериментальный реактор генератора синтез-газа

получали парциальным окислением природного газа в экспериментальном генераторе (рис. 2). На основании полученных данных был сделан вывод о том, что добавки синтез-газа расширяют диапазон устойчивой работы двигателя в сторону обеднения топливной смеси. Так, если на бензине рациональное значение коэффициента избытка воздуха $\alpha = 1,1$, а предел устойчивой работы ограничивается величиной $\alpha = 1,3-1,35$, то при добавках синтез-газа рациональное $\alpha = 1,6-1,7$ и устойчивая работа двигателя возможна до $\alpha = 2,0$. Таким образом, при добавках синтез-газа возможна 45%-ная экономия бензина.

Впоследствии более детальные исследования для определения влияния добавок синтез-газа на эмиссию вредных выбросов были проведены в 2008 г. на моторных стендах ОАО «Заволжский моторный завод» на двигателе ЗМЗ-40522.10. При

проведении этих экспериментов двигатель был оборудован системой микропроцессорного управления (МПСУ), разработанной ООО «Газмотор-Р» [8] и позволяющей согласовывать режимы работы генератора и двигателя. Результаты этих экспериментов (табл. 1) подтвердили ранее полученные данные на двигателе ВАЗ 21102.

Таким образом добавки водорода или синтез-газа к бензино-воздушной смеси – эффективное средство организации устойчивого рабочего процесса на бедных смесях транспортного двигателя с искровым зажиганием во всем диапазоне рабочих режимов. Однако практическая реализация данного способа имеет смысл только в случае получения синтез-газа из бензина на борту транспортного средства, поскольку все остальные варианты сопряжены с необходимостью иметь на борту два вида топлива. Как нам представляется, эта проблема

Таблица 1

Эффективность применения добавок синтез-газа к бензино-воздушной смеси для двигателя ЗМЗ-40522.10

Частота вращения вала двигателя, мин ⁻¹	Кратность снижения выбросов, раз		Снижение расхода топлива, %
	CO	CH+NO _x	
1088	13,6	13	16,7
1861	19,2	215	12,5
2886	6,5	36	15,8
3694	7,5	6,9	4,3

Результаты стендовых испытаний генератора синтез-газа

Расход CH ₄	Расход воздуха	T ₁	T ₂	H ₂	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂
м ³ /ч		°C		Массовая доля, %				
1	3	850	735	21,86	7,53	9,17	7,81	53,63
2	5,8	881	786	34,09	17,07	2,25	1,95	44,64
3	8,7	855	792	34,58	17,44	2,25	1,95	44,64
4	11,6	832	831	34,54	17,65	1,2	1,81	44,8
5	14,5	757	894	34,4	17,63	1,06	1,8	45,11
6	17,4	750	962	34,23	17,72	1,07	1,77	45,21
6,5	17,55	709	906	34,68	17,65	2,26	1,77	43,64

решаемая, но потребует разработки катализатора, устойчивого к образованию сажи, что связано в основном со сложным составом бензина и прежде всего наличием ароматических веществ. Тем не менее, с учетом большого автопарка бензиновых автомобилей к проблеме создания бензинового генератора синтез-газа необходимо будет вернуться после решения ряда технических проблем, связанных с отработкой режимов работы и системы управления генератором синтез-газа на природном газе, устанавливаемым на борту транспортного средства.

Эксперименты на газовых двигателях

Отработка технологии получения и применения добавок синтез-газа к основному топливу проводилась на стендах ОАО «Заволжский моторный завод» с газовой модификацией двигателя ЗМЗ-40522.10 (рис. 3). Для этих целей в РФЯЦ ВНИИЭФ был разработан и испытан бортовой генератор производительностью 5-30 м³/ч синтез-газа с использованием блочных никелевых катализаторов (см. рис. 1). Габаритные размеры генератора синтез-газа – диаметр 160 мм, длина 320 мм, масса 9 кг (см. рис. 2).

При испытаниях контролировались расходы природного газа, воздуха и охлаждающей жидкости, перепад давления, температуры на входе в слой катализатора T₁ и на выходе из него T₂, состав синтез-газа на выходе (табл. 2). Отрабатывался и режим запуска генератора с целью его минимизации по времени. После включения зажигания время выхода

генератора синтез-газа на режим конверсии составило 11 с – разогрев катализатора до температуры 600 °C при расходе природного газа 0,5 м³/ч, воздуха – 5,2 м³/ч ($\alpha = 1$). На режиме конверсии температура синтез-газа на выходе из генератора находилась в диапазоне 150-200 °C, при этом расход охлаждающей воды не превышал 100 л/ч.

Данные испытаний двигателя на стендах ОАО «Заволжский моторный завод» с генератором синтез-газа (табл. 3) показывают следующее:

- устойчивое зажигание бедных смесей на рабочих режимах при значениях $\alpha > (1,4 \div 1,56)$;
- сокращение расхода природного газа на 2-13% в сравнении с расходом при $\alpha = 1,0$;

■ сокращение массовых выбросов окиси углерода на 60-93 %, окислов азота на 55-98 % в сравнении со стехиометрическим составом смеси;

■ увеличение массового выброса углеводородов.

После испытаний на стенде двигатель с генератором синтез-газа был смонтирован в моторном отсеке автомобиля ГАЗ-2310 «Соболь» [8]. Генератор синтез-газа был установлен на левом крыле автомобиля и охлаждался от системы охлаждения двигателя. Синтез-газ из генератора через гибкий металлический шланг подавался за дроссель двигателя. Испытания автомобиля на беговых барабанах на стендах ОАО «Заволжский моторный завод» и параллельно ФГУП «НАМИ» подтвердили устойчивость работы


Рис. 3. Генератор синтез-газа на двигателе ЗМЗ-40522.10 на моторном стенде

двигателя во всем диапазоне рабочих режимов с $\alpha = (1,5 \div 2,1)$. При этом коэффициент замещения природного газа синтез-газом составил 80 % при скорости автомобиля 40 км/ч, 70 % – при скорости 50 км/ч и 30 % – при скорости 60 км/ч.

Для проведения дорожных испытаний в реальных условиях эксплуатации автомобиля ГАЗ-2310 «Соболь» (рис. 4) и «Баргузин», оборудованные бортовыми генераторами синтез-газа, приняли участие в автопробегах «голубой коридор», организованных ОАО «Газпром» по маршрутам Санкт-Петербург – Москва и Москва – Сочи в 2008 и 2009 гг. (табл. 4).

Из таблицы следует, что добавки синтез-газа к основному топливу значительно снижают эмиссию CO, CH, NO_x и CO₂ и обеспечивают суммарное уменьшение расхода топлива. Примечательно, что все приведенные выше результаты получены на «неоптимизированном» к газовому топливу двигателе, и это открывает большие перспективы для данной технологии.



Рис. 4. Автомобиль ГАЗ-2310 «Соболь» с бортовым генератором синтез-газа – участник автопробега «голубой коридор»

В результате проведенных экспериментов показано следующее:

■ ДВС возможно перевести в самый экономичный режим работы – на

обедненной смеси или с рециркуляцией отработавших газов, что приводит к экономии топлива на 12-25 % и значительному снижению вредных выбросов;

Таблица 3

Результаты стендовых испытаний газового двигателя ЗМЗ-40522.10 с добавками синтез-газа

$n, \text{мин}^{-1}$		884	2369	1861	2886	2661	1887	3241	2396	2367	3694	3624
$M_{кр}, \text{Н}\cdot\text{м}$		3,8	56,6	39,1	14,9	30,7	14,7	83,9	82,6	5,5	116,5	7,0
При подаче в генератор синтез-газа 3,0 м³/ч воздуха, 0,75 м³/ч (0,54 кг/ч) метана												
α		1,7	1,58	1,59	1,63	1,7	1,59	1,46	1,45	1,69	1,41	1,55
$G_{газ}$	кг/ч	1,2	5,0	2,9	3,6	4,0	2,3	8,4	5,9	2,5	12,4	4,0
	Δ	0,45	0,108	0,186	0,15	0,18	0,23	0,108	0,09	0,21	0,04	0,108
CO	г/кВт·ч	171	181	70	258	174	150	119	111	19	84	126
	%*	17	-73	-84	-42	-68	-41	-99	-85	-85	-95	-67
CH	г/кВт·ч	31	463	84	327	303	141	421	183	195	195	157
	%*	-6	774	140	1158	766	292	373	181	748	62	614
NO _x	г/кВт·ч	0,1	26	2,9	1,0	1,8	1,5	400	204	0,7	329	11
	%*	-86	-91	-95	-99	-99	-85	-68	-58	-97	-84	-85
При подаче в генератор синтез-газа 5,0 м³/ч воздуха, 1,25 м³/ч (0,90 кг/ч) метана												
α		1,7	1,63	1,63	1,68	1,73	1,68	1,46	1,48	1,71	1,43	1,63
$G_{газ}$	кг/ч	1,2	4,9	2,8	3,5	3,9	2,1	8,3	5,8	2,5	12,3	3,8
	Δ	0,75	0,183	0,32	0,26	0,23	0,42	0,108	0,155	0,36	0,07	0,236
CO	г/кВт·ч	171	232	136	320	218	154	179	96	272	85	137
	%*	17	-66	-69	-28	-60	-40	-83	-87	-24	-95	-65
CH	г/кВт·ч	31	292	107	234	164	69	327	112	129	137	106
	%*	-6	451	206	800	369	92	267	72	461	14	382
NO _x	г/кВт·ч	0,1	10	4,2	0,5	0,5	1,1	317	89	0,4	296	3,1
	%*	-86	-94	-93	-99	-89	-64	-78	-94	-84	-94	-94

* – в сравнении с природным газом без добавок синтез-газа ($\alpha = 1$)

Δ – доля природного газа, подаваемого на конверсию (кг/ч)

Результаты пробега автомобилей по маршрутам «голубой коридор»

Эмиссия (г/км) и расход топлива (л; м³) на 100 км пробега	Топливо			Нормы евростандартов	
	Бензин	Природный газ	Природный газ с добавками синтез-газа	«Евро-3»	«Евро-4»
CO	1,56	1,92	0,81	5,22	2,27
CH	0,16	0,16	0,045	0,29	0,16
NO _x	0,97	0,47	0,107	0,21	0,11
CO ₂	308,0	232,7	200,4	–	–
Расход топлива	11,5	10,5	8-9	–	–

■ устраняются основные недостатки существующих водородных технологий, так как не требуется многомиллиардных вложений в создание инфраструктуры централизованного производства, хранения и транспортировки водорода, радикально повышается безопасность, поскольку водород производится непосредственно на месте потребления и используется без хранения;

■ значительно улучшаются условия запуска ДВС в зимнее время за счет комплексного воздействия подогретых теплоносителя и водородсодержащего топлива;

■ появляется возможность использования в качестве топлива дополнительного сырья в виде некондиционных газов, в том числе попутного нефтяного газа и биогаза;

■ предложенная технология является начальной стадией крупномасштабных работ по созданию энергоэффективных двигателей, следующим этапом развития которой будет использование потенциала отработавших газов с реализацией смешанной воздушно-пароуглекислотной конверсии для дальнейшего повышения эффективности использования топлив в энергоустановках и транспортных средствах; технология имеет перспективы ее применения для газотурбинных двигателей и двигателей с внешним подводом тепла.

Необходимо отметить приоритет российской науки. За рубежом попытки разработать компактный топливный процессор для производства водорода из углеводородного топлива на борту автомобиля пока не увенчались успехом. На последних

автосалонах и выставках по водородной энергетике таких автомобилей представлено не было, только несколько фирм представили автомобильные топливные процессоры для метанола, но, как известно, инфраструктуры заправки метанолом, как и водородом, пока не существует. Как показали результаты последней выставки Globa 2010, состоявшейся в Ванкувере (Канада) в марте 2010 г., фирма Westport прекратила работы по применению гайтанового

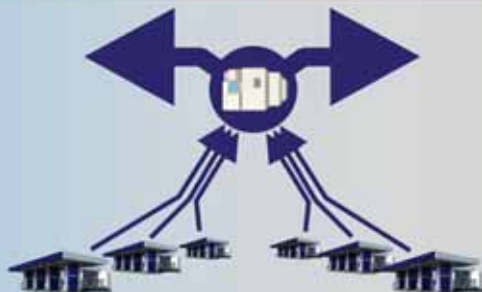
топлива (смесь 20 % водорода и 80 % природного газа) в связи с опасностью хранения водорода на борту и невозможностью его оптимального использования в зависимости от режимов работы двигателя. Этот факт также свидетельствует в пользу перспективности разработки, предлагаемой авторами настоящей статьи.

Работы выполнены в соответствии с Государственными контрактами № 02.526.11.6005 и 02.527.11.0003 и проектом № 2904.

Литература

1. **Пронин Е.Н.** Роль ОАО «Газпром» в развитии российского рынка КПГ, Материалы VI Международной конференции GasSUF-2008, Москва. – 2008 г. – С. 11-15.
2. **Claire-Noelle Millet, Romain Chedotal, Patrick Da Costa.** Synthesis gas bench study of a 4-way catalytic converter: Catalytic oxidation, NOx storage/reduction and impact soot loading and regeneration, Applied Catalysis B: Environmental 90 339-346. – 2009.
3. **Козлов С.И., Фатеев В.Н.** Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы, М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ». – 2009. – 518 с.
4. **Смаль Ф.В., Арсенов Е.Е.** Перспективные топлива для автомобилей // Транспорт. – 1979.
5. **Мищенко А.И.** Применение водорода для автомобильных двигателей, Киев, Наукова думка. – 1984. – 143 с.
6. **Мищенко А.И., Белогуб А.В., Савицкий В.Д. и др.** Применение водорода для двигателей автомобильного транспорта. Сборник статей, вып. 8. Атомно-водородная энергетика и технология, М.: Энергоиздат. – 1988. – С. 11-136.
7. SAE Pap, 1975. – № 750027. – P. 1-13.
8. **Бурцев Н.В., Бризицкий О.Ф., Кириллов В.А. и др.** Применение методов адаптивного управления при разработке микропроцессорной системы управления многотопливным ДВС с использованием синтез-газа. Вестник НГУ, сер. Информационные технологии. – 2009, т. 7, в. 2. – С. 62-73.
9. **Бризицкий О.Ф., Терентьев В.Я., Христолюбов А.П., Золотарский И.А., Кириллов В.А., Собянин В.А., Садыков В.А., Мирзоев Г.К., Сорокин А.И.** Разработка компактных устройств для получения синтез-газа из углеводородного топлива на борту автомобиля в целях повышения топливной экономичности и экологических характеристик автомобилей // Альтернативная техника и экология. – 2004. – № 11.
10. **Певнев Н.Г., Кириллов В.А., Бризицкий О.Ф., Бурцев В.А.** Перспективы использования газобаллонных автомобилей с бортовым генератором синтез-газа // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 3(15). – С. 40-45.
11. **Сабирова З.А., Данилова М.М., Зайковский В.И. и др.** Никелевые катализаторы на основе пористого никеля для реакции паровой конверсии метана в синтез-газ // Кинетика и катализ. – 2008. – Т. 49, № 3. – С. 449-456.
12. **Киреенков В.В., Кузин Н.А., Кириллов В.А. и др.** Катализатор, способ его приготовления и способ получения синтез-газа, Патент РФ № 2320408, БИ, № 9 от 27.03.2008.

МИРОВЫЕ СТАНДАРТЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЛАСТИКОВЫХ КАРТ В СЕТЯХ АГНКС, АГЗС, АЗС !!!



ТОПЛИВНЫЕ КАРТЫ И УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАРТАМИ ОНЛАЙН
ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ ОНЛАЙН (СКИДКИ, БОНУСЫ, ЛОТЕРЕИ)
ПРИЁМ МЕЖДУНАРОДНЫХ БАНКОВСКИХ ПЛАСТИКОВЫХ КАРТ

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ ОСНАЩЕНИЯ



ООО ФЛИТ КАРДС

123060, Россия,
г. Москва, Ул. Берзарина, д.36, стр. 11
Тел.: +7(985) 970 59 74, +7(495) 380 07 97
info@fleetcards.ru



Услуги и оборудование от компании «ФЛИТ КАРДС»

Основная задача, решаемая компанией «ФЛИТ КАРДС», состоит в комплексной автоматизации взаимодействия розничных поставщиков и потребителей горюче-смазочных материалов (далее топлива), дальнейшего контроля и мониторинга расхода топлива транспортными средствами и сельскохозяйственной техникой потребителей.

Для решения поставленной задачи техническая инфраструктура «ФЛИТ КАРДС» должна охватывать следующие организации, их службы и персонал:

- АЗС, АГЗС (пропан), АГНКС (метан), которые отпускают топливо потребителям, а также мобильные заправщики-бензовозы;
- финансовые службы (бухгалтерии) предприятий-поставщиков

и предприятий-потребителей топлива;

- финансовые или транспортные подразделения предприятий-потребителей, осуществляющие мониторинг и учет расхода топлива;

- водителей (машинисты, комбайнеры и т.д.), которые непосредственно участвуют в заправке транспортных средств.

Для этого операторам на заправочных станциях и водителям автозаправщиков предоставляют мобильные платежные терминалы, которые по надежному сдублированному GPRS-каналу (например, МТС и Билайн) связаны с процессинговым центром компании «ФЛИТ КАРДС». Такое «легкое» мобильное решение, не требующее настройки, может быть запущено в любой точке мира за один день без учета времени доставки терминала. Терминалы вместе с картами могут быть высланы почтой.

Второй вариант оснащения заправочной станции – стационарный, интегрированный, когда платежные терминалы автоматически взаимодействуют с системой управления и учета заправочной станции. В этом варианте также используется сдублированный GPRS-канал, который прекрасно зарекомендовал себя в течение четырех лет использования в сетях ОАО «НК Лукойл» и ОАО «Газпром», в том числе в северных регионах. Стационарное оснащение позволяет минимизировать нагрузку на оператора, исключить ошибки и использовать механизмы бесконтактной идентификации транспорта.

В процессинге ФЛИТ КАРДС для каждой организации-потребителя топлива открываются учетные счета, которые могут отражать денежные (руб., долл. США и т.д.) или объемно-массовые (л, м³, кг) эквиваленты. Менеджерам предприятий-поставщиков обеспечивается доступ к управлению указанными учетными счетами предприятий-потребителей в режиме реального времени круглосуточно. Любые действия с учетными счетами вступают в силу сразу. Так, если менеджер добавит на счет учета дизельного топлива какого-нибудь потребителя из Владивостока 1 т дизеля, то любой водитель потребителя на АЗС, например, в Калининграде может заправлять свой автомобиль.

Также, заблокировав счет учета дизельного топлива предприятия-потребителя, менеджер поставщика топлива может мгновенно запретить отпуск топлива данному потребителю



на всех заправочных станциях (просроченная оплата кредита и т.п.).

Для каждого водителя или транспортного средства потребителей топлива в процессинге ФЛИТ КАРДС регистрируются топливные карты, которые выдаются водителям или внедряются в транспортное средство в виде транспондеров бесконтактной идентификации. Данные карты вводятся водителями в платежные терминалы на заправочных станциях или автоматически идентифицируются системой бесконтактной идентификации транспортных средств.

Финансовым менеджерам или менеджерам по работе с транспортом предприятий-потребителей, которые должны заниматься распределением и учетом расхода топлива, посредством интернет-технологий или установкой специализированного программного обеспечения и терминального оборудования предоставляется доступ к управлению параметрами указанных карт.

Данные сотрудники потребителей привязывают карты к единым учетным счетам соответствующих типов (могут быть комбинации – например, ДИЗЕЛЬ и МАСЛО и т.п.), но при этом каждая карта может параметрироваться независимо. Например, могут задаваться разовые, дневные, месячные лимиты расхода топлива по карте, область действия карты (заправочные станции, где карта может использоваться), информация о водителе, индустриальная параметризация, может также генерироваться защитный ПИН-код и т.п.

Как поставщикам, так и потребителям топлива ФЛИТ КАРДС может устанавливать специальное программное обеспечение, которое позволяет автоматически взаимодействовать с системами бухгалтерского или финансового учета. Полученная информация о платежах на банковский счет поставщика топлива автоматически обрабатывается, в результате чего происходит пополнение соответствующих топливных счетов соответствующих потребителей. В свою очередь система потребителей может автоматически генерировать счет на очередную покупку топлива.

Такие механизмы очень важны для обеспечения «револьверных» закупок топлива, которые частыми, практически ежедневными порционными платежами на базе алгоритма прогнозирования потребления минимизируют объемы депозитов или кредитов, снижая риски для одних и давая эффективный инструмент финансирования потребления топлива для других.

Для завершения цикла купли-продажи как поставщик, так и потребитель топлива в лице соответствующих уполномоченных работников посредством интернет-технологий или специализированного программного обеспечения получают многовариантные отчеты по всем операциям отпуска топлива, которые произошли за отчетный период. Форматы отчетов легко импортируются непосредственно в бухгалтерские и управленческие системы предприятий, позволяя провести автоматическую сверку и подготовку финаль-

ных бухгалтерских документов (акты, счета-фактуры и т.п.).

Следует особенно отметить, что все указанные управленческие операции, как и получение отчетов, выписок, просмотр истории операций и т.п., можно осуществлять через интернет из любой точки мира.

Можно выделить шесть основных типов организаций, которым целесообразно использовать в рамках своей деятельности технологии компании «ФЛИТ КАРДС» для автоматизации отпуска или получения топлива за безналичный расчет, дальнейшего учета расхода топлива и мониторинга данных процессов. К ним относятся:

- топливные розничные сети;
- топливные компании (операторы);
- муниципальный и федеральный транспорт;
- аграрные предприятия;
- производства (холдинги);
- железные дороги.

Отличие топливных компаний от топливных розничных сетей состоит в том, что топливная компания может не иметь своих станций вообще. Покупая топливо оптом в сетях и реализуя его своим клиентам через эти же сети, топливные компании консолидируют сети АЗС, АГЗС, АГНКС для крупных потребителей топлива, давая розничным сетям единый расчетный вход, покрытие территорий и ценообразование, или же наоборот обеспечивают множество клиентов для крупных топливных розничных сетей, повышая их эффективность. Остальные четыре типа организаций представляют собой крупных потребителей топлива, для которых жизненно важно автоматизировать процессы покупки и получения топлива, дальнейший его учет и полный контроль расходования. Для таких клиентов очень важны скорость работы технических систем, надежность, комплексность в отношении контроля расхода топлива (интеграция с уровнями, контроль пробега автомобиля). Особое требование, предъявляемое к управлению системой и мониторингу, – получение и расход топлива в режиме реального времени – удовлетворяется секунда в секунду.



Влияние электронных систем регулирования рабочих процессов автомобильного двигателя на выбросы отработавших газов

А.С. Клементьев,

магистр техники и технологии, аспирант ИжГТУ,

М.Н. Бибииков,

доцент ЧТИ (филиала) ИжГТУ, к.т.н.,

Н.М. Филькин,

профессор ИжГТУ, д.т.н.,

А.В. Меркушев,

начальник АГНКС УАВР № 1 ООО «Газпром трансгаз Чайковский»

В статье оценено влияние на выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами электронных систем регулирования рабочих процессов двигателя ЗМЗ-4062 автомобиля ГАЗ-31105 «Волга» при его конвертации на компримированный природный газ (КПГ), а также виброакустические параметры (шум и вибрация) и динамические показатели автомобиля.

Ключевые слова: конвертация, КПГ, экология.

Influence of electronic regulation systems workflow engine ZMZ-4062 GAZ-31105 Volga when converting it to gas fuel

A.S. Klementyev, M.N. Bibikov, N.M. Filikin, A.V. Merkushev

This article addresses the evaluation of the impact of electronic systems management workflow engine ZMZ-4062 GAZ-31105 Volga when converting it to compressed natural gas (CNG) on emissions of pollutants from exhaust gases, vibration and acoustic parameters (noise and vibration) and dynamic performance car.

Keywords: conversion, compressed natural gas (CNG), ecology.

Так, при сжигании 1000 л топлива бензиновые двигатели выбрасывают в окружающую среду с отработавшими картерными газами 200 кг оксида углерода, 25 кг углеводородов, 20 кг оксидов азота, 1 кг сажи и 1 кг сернистых соединений [2].

В настоящее время одним из основных способов снижения токсичности отработавших газов является применение в качестве моторного топлива компримированного природного газа. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания, использующих природный газ, по наиболее вредным компонентам в 1,5-5 раз менее опасны, чем выхлопы двигателей, работающих на традиционных моторных топливах. Использование же КПГ сокращает выбросы парниковых газов транспортными средствами более чем на 25%.

Целью исследования являлась оценка влияния электронных систем регулирования рабочих процессов одного и того же двигателя на выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами, виброакустические параметры (шум и вибрация), а также динамические показатели автомобиля при конвертации его на газовое топливо (КПГ). Объектом исследования был выбран автомобиль ГАЗ-31105 «Волга» со степенью сжатия $\epsilon = 9,5$.

На автомобиль ГАЗ-31105 параллельно штатной системе питания жидким топливом (бензином) было дополнительно установлено два вида газобаллонного оборудования (ГБО): одно – I поколения, обеспечивающее центральный впрыск газа, второе – IV поколения, обеспечивающее распределенный впрыск.

Системы I поколения или первого уровня сложности – это самые распространенные на сегодня системы питания газом. Они используются на большинстве карбюраторных двигателей грузовых и легковых автомобилей и по способу приготовления газозооной смеси относятся к эжекторным системам с внешним смесеобразованием. Обладая простотой и дешевизной, системы завоевали популярность и получили широкое распространение как в России и странах СНГ, так и за рубежом [3].

Экологические проблемы, связанные с защитой окружающей среды от вредного воздействия автотранспортных средств, сегодня особенно актуальны для крупных российских городов. Однако постоянный рост автопарка, изношенность автотранспортных средств, отсутствие законодательной базы, регламентирующей и стимулирующей как развитие автомобильной промышленности в области производства экологически чистых

автомобилей, так и использование альтернативного моторного топлива, обернулись сегодня серьезной проблемой, связанной с высокой токсичностью автомобильных выбросов [1].

В составе отработавших газов автомобилей, а они содержат более 300 различных веществ, наибольший удельный вес по объему имеют оксид углерода (до 10%), оксиды азота (до 0,8%), несгоревшие углеводороды (до 3%), альдегиды (до 0,2%) и сажа.

Системы I поколения состоят из элементов хранения газа (баллон для пропан-бутана или кассета баллонов для хранения метана), запорной арматуры, заправочного устройства, запорных клапанов, фильтра, редуктора, смесителя, трубопроводов, рукавов, хомутов, переключателей различной степени сложности, систем для указания уровня топлива в баллоне, формирования пусковой подачи газа и отключения подачи газа при неработающем (отсутствуют импульсы в высоковольтной цепи системы зажигания) двигателе. Электронные элементы систем I поколения выполняют второстепенные вспомогательные функции, не влияют на формирование рабочей смеси и не участвуют в организации рабочего процесса двигателя. Возможности эжекционных систем ограничены.

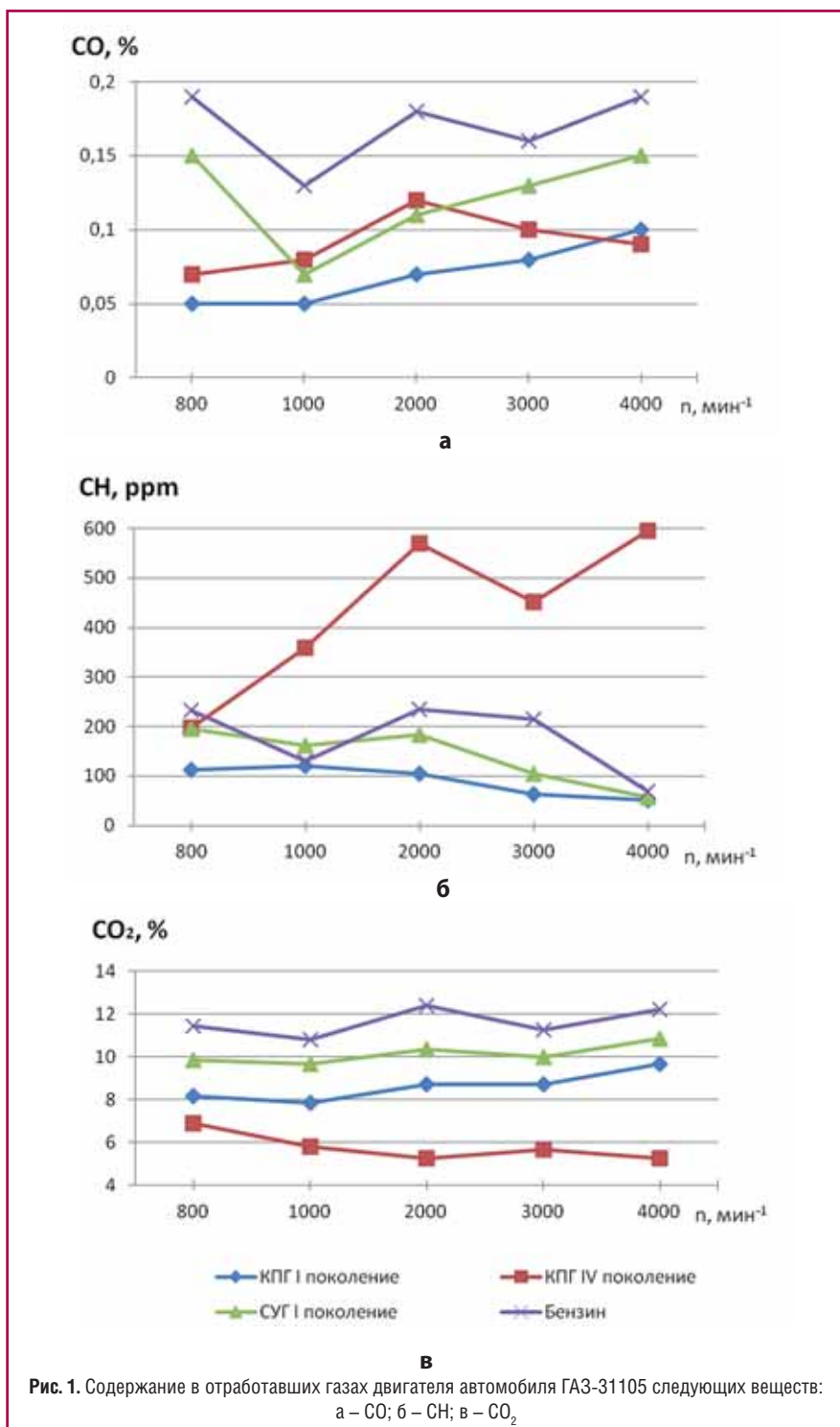
К системам II поколения можно отнести комплекты ГБО таких известных фирм как LANDI RENZO, LOVATO и других. Основной отличительной особенностью систем II поколения является наличие простейшего электронного блока управления, выполняющего функции контроля за состоянием и работой двигателя (λ -датчик, датчик положения дроссельной заслонки, обороты коленчатого вала двигателя) и регулирования объема газа, подаваемого в цилиндры. Остальные элементы газовой системы питания те же, что и в системах I поколения, – баллон, редуктор, клапан. Объем газа, подаваемого в смеситель, регулируется электронным дозатором газа, управляемым сигналами электронного блока. Для регулировки и настройки может использоваться тестер или компьютер. При этом можно задать тип датчика, настроить обороты холостого хода, чувствительность электронного дозатора, алгоритм перехода на газ (автоматический).

Системы III поколения (например, DGI фирмы AG) предназначены для современных инжекторных автомобилей и используют более совершенный алгоритм управления подачей газа: распределенный впрыск через форсунки открытого типа или фазированный через электромагнитные форсунки с регулируемым временем открытия. Для формирования

алгоритма подачи газа используют показания штатных датчиков инжекторной системы питания бензином. Сигналы от штатных датчиков необходимо отключить от бензиновой системы и направить в контроллер газовой системы питания. Бензиновые форсунки отключаются. Подобные системы позволяют с высокой степенью точности сформировать подачу газа и осуществлять ее непосредственно во

впускной патрубке каждого цилиндра. Системы сложны в монтаже, но обеспечивают высокие мощностные и экологические показатели. При установке систем на автомобили с самодиагностикой невозможно «обмануть» контроллер, выдающий ошибку при работе на газе. Приходится применять дополнительные устройства.

Системы IV поколения практически лишены недостатков, присущих



системам III поколения, легко встраиваются в современные инжекторные автомобили, не нарушая работы контроллера, в газовом режиме используют сигнал, подаваемый на бензиновые форсунки. Изменение величины открытия бензиновой форсунки в каждый момент времени в течение рабочего процесса модифицируется в необходимое время открытия газовой форсунки в соответствии с оборотами, температурой, сигналами датчиков газовой системы и требуемой нагрузкой. Алгоритмы управления системой зажигания, к сожалению, остаются такими же, как и при работе на бензине, и не учитывают особенностей работы на газе [3, 4].

Экспериментальные исследования автомобилей ГАЗ-31105 «Волга» проводились в два этапа (без регулировки):

■ на первом этапе были проведены сравнительные испытания работы двигателя на бензине, пропане и природном газе с системой I поколения;

■ на втором этапе – исследования работы на бензине и КПП этого же двигателя, но с системой IV-го поколения.

Измерения выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами (ОГ) производились в соответствии с ГОСТ Р 52033–2003 и ГОСТ Р 17.2.02.06–99, внешний шум на рабочем месте – ГОСТ 12.1.050–86 и

СН 2.2.4/2.1.8.562–96, вибрации – ГОСТ 12.1.012–90 и СН 2.2.4/2.18.566–96.

Выбросы вредных веществ (ВВ) с ОГ замерялись с помощью микропроцессорного газоанализатора «Инфракар» в диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от 800 мин⁻¹ (холостой ход) до 4000 мин⁻¹ (рисунок).

Виброакустические параметры снимались во время движения автомобиля при скорости 70 км/ч с помощью анализатора звука и вибрации SVAN 912 AE, капсюля предусилителя SV-01A, микрофона ВМК-205, виброметра SVAN 946 и вибропреобразователя AP-98-100-01, имеющих государственную поверку.

Измерения показали, что при использовании системы I поколения при работе на КПП максимальный уровень звука (шума) составляет 75,3 дБА, а у системы IV поколения – 76,6 дБА. В то же время, для системы I поколения уровень транспортной вибрации (на сиденье водителя) – 91 дБА, локальной (на руле) – 104 дБА, а для системы IV поколения – 87 и 101 дБА соответственно.

Динамика движения оценивалась по времени разгона автомобиля по асфальту на прямом участке горизонтальной дороги с прогретым двигателем до скорости 100 км/ч при трехкратном движении в прямом и обратном направлениях. Среднее время разгона автомобиля с системой

I поколения при работе на КПП составило 28 с, а с системой IV поколения – 24,1 с.

В результате проведенных исследований по оценке влияния электронных систем регулирования рабочих процессов двигателя ЗМЗ-4062 автомобиля ГАЗ-31105 «Волга» на содержание вредных выбросов в отработавших газах, а также на уровень шумности и вибрации при конвертации автомобиля на КПП было установлено, что каждая из исследуемых систем имеет свои плюсы и минусы, но однозначно, что система IV поколения обеспечивает более высокие параметры в сравнении с системой I поколения по динамике, мощности и экономичности.

Литература

1. Линник Г., Брусницына А. Опыт и перспективы использования КПП в Краснодарском крае // АГЗК+АТ. – 2007. – № 2(32). – С. 52–56.
2. Вахламов В.К. Автомобили: Основы конструкции: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К.Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
3. Яжиньски Г. Четыре поколения газового оборудования автомобилей фирмы «ELPIGAZ» // АГЗК + АТ. – 2003. – № 6 (12). – С. 25–27.
4. Селиванов С.В. Опыт и перспективы перевода на газомоторное топливо карбюраторных и дизельных двигателей большегрузных и легковых автомобилей (презентация) // www.mobulgaz.ru.

Новый центр по переоборудованию автотранспорта на КПП

22 июля 2010 г. в компании «СаратовАвтоГаз» состоялась презентация регионального центра по переоборудованию автотранспорта на КПП, построенного ООО «Газпром трансгаз Саратов».

В ней приняли участие генеральный директор компании «Газпром трансгаз Саратов» Л.Чернощеков, министр промышленности и энергетики Саратовской обл. К.Горшенин, депутат областной думы С.Богомолов,

руководители муниципальных автотранспортных предприятий.

Ежегодно центр сможет освидетельствовать до 4,2 тыс. автогазовых баллонов, переоборудовать для работы на КПП 360 автомобилей и проводить техобслуживание более 1 тыс. ед. автотранспорта.

«Газпром трансгаз Саратов» – 100%-ное дочернее общество ОАО «Газпром». Основные направления деятельности предприятия – транспортировка

природного газа по магистральным газопроводам; поставка газа потребителям через газораспределительные станции; развитие и эксплуатация газотранспортных систем; организация сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

Переоборудование автомобилей для работы на газе в филиалах «Газпром трансгаз Саратов» было начато в 1994 г. На сегодняшний день на газовое топливо переведено более 650 автомобилей, подготовлено более 1 тыс. водителей для работы на автомобилях с газовыми двигателями, более 30 слесарей-ремонтников и 10 инженерно-технических работников.

Студенты МАДИ знакомятся с польским опытом применения газа на транспорте

В настоящее время Польша вышла на передовые позиции в Европе по применению сжиженного углеводородного газа (СУГ). Число заправок СУГ превысило 6 тыс., а доля использования этого вида топлива на автомобильном транспорте в 2009 г. достигла 12 % – это наилучший показатель в Европе. При этом Польша занимает первое место (948,6 тыс. т) по импорту СУГ из России. Параллельно расширяется применение и компримированного природного газа (КПГ) на автотранспорте. По данным польского энергетического концерна PGNiG, число АГНКС в 2010 г. составило 32 ед., и их строительство будет продолжаться.



Студенты МАДИ на экскурсии в старом городе Варшавы

Наряду с признанными мировыми производителями качественного газобаллонного оборудования (ГБО) Польша наращивает выпуск ГБО для использования СУГ и КПГ. Ежегодно на Газовом форуме в Варшаве более 30 польских фирм представляют свою продукцию, которая хорошо известна и на российском рынке. Среди них и фирма ELPIGAZ.

Польша также – крупный производитель автомобилей и двигателей (более 2 млн ДВС). В десятке городов, в том числе в Варшаве,

Познани, Бельско Бяла, Гливице, Тыхы и других, расположены крупные заводы по производству этой техники.

Тесное сотрудничество Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) с польскими коллегами по профессиональным вопросам позволяет направлять российских студентов и принимать польских для прохождения производственной практики. Такое взаимодействие стало традиционным – обмен студентами происходит уже

в течение трех лет. Первая студенческая группа из МАДИ в 2007 г. по приглашению президента фирмы ELPIGAZ Гжегожа Яжиньского побывала на фирме и познакомилась с производством газобаллонного оборудования в Гданьске.

Быстро летит время, сотрудничество с Польшей находит новые формы, наши страны-соседи идут навстречу друг другу.

Для большинства студентов практика в Польше – это первая заграничная поездка, в ходе которой они получают много новых впечатлений от знакомства с городами, предприятиями, специалистами.

За четыре года расширилось и сотрудничество с фирмой ELPIGAZ. Теперь уже четыре группы студентов во время практики работают не только в Гданьске, но и в Горлице, где производятся газовые баллоны для СУГ на заводе Polmosop.

Таким образом, студенты знакомятся со всем циклом производства компонентов оборудования для использования газомоторного топлива. У будущих специалистов по эксплуатации автотранспорта наибольший интерес вызывают установка ГБО на автомобиль, его настройка и диагностика. Производственная база фирмы ELPIGAZ в полном объеме позволяет



На новом участке по сборке мультиклапанов фирмы ELPIGAZ



В испытательной лаборатории ELPIGAZ студенты МАДИ знакомятся с новой диагностической программой для ГБА

ду промышленными и портовыми городами Гданьском и Гдыней расположен крупный курорт Сопот, знакомый нам с давних времен по фестивалям песни. Экологии этого региона уделяется большое значение. Студенты познакомились с решением этих проблем на примере крупнейшего автобусного парка – объединения РКМ Гдыни. Автобусный парк реализует городскую программу «КПГ – экологичный транспорт Гдыни». В свою очередь эта программа направлена на реализацию известной и у нас директивы Евросоюза, предусматривающей перевод к 2020 г. 10 % автотранспорта на КПГ.

Два года назад студенты МАДИ впервые увидели, как начинают применять КПГ на первых пяти автобусах автобусного парка Гдыни. За эти годы на основе накопленного опыта эксплуатации руководство и технические службы этого предприятия продолжают курс на использование только низкопольных городских газовых автобусов фирмы MAN. В 2009 г. были приобретены еще пять новых автобусов марки MAN Lion's City G CNG A 23.

познакомиться с этими процессами на примере сложных систем впрыска газа.

Сотрудничество с Гданьским политехническим университетом (Гданьской Политехниккой) позволило расширить тематику производственной практики и увеличить число предприятий, на которых она проходит. Среди них – предприятия, с которыми сотрудничает этот крупнейший в Польше технический вуз. Студенты знакомятся с современными технологиями в области автомобильного машиностроения, производства компонентов автомобильных двигателей и эксплуатации автотранспорта Польши.

Отметим также, что польские студенты из Гданьской Политехники уже три года приезжают в МАДИ и знакомятся с эксплуатацией автотранспорта в Москве. Культурная программа включает знакомство с Санкт-Петербургом, Суздалем, Владимиром, Ярославлем и другими городами России.

Каждый год практики приносит новости, связанные с расширением использования газомоторно-

го топлива в Польше, поскольку в этой стране уделяется большое внимание вопросам экологии, особенно в курортных зонах. К этим зонам относится так называемое Троймясто – это три города вдоль балтийского побережья Польши протяженностью более 30 км. Меж-



Фото на память с директором парка у последней модели газового автобуса, поступившей в эксплуатацию в автобусный парк Гдыни



Своя газовая заправка на территории автобусного парка – гордость директора Казимежа Галкевича (первый слева)

Таким образом из 91 автобуса этого автопредприятия 10 используют КПГ. Директор автопарка Казимеж Галкевич пояснил,

что в дальнейшем число таких автобусов будет увеличиваться. Однако весь парк не будет газовым. Это связано с необходимос-

тью диверсификации топливного снабжения.

Сегодня в автобусном парке своя стационарная газовая заправка КПГ аргентинского производства, которая наполняет метаном не только автобусы парка. Чтобы не простаивать дорогостоящему оборудованию АГНКС, находящейся на балансе парка, организована заправка коммерческих газобаллонных автомобилей.

Закончилась практика в Польше. Студенты вернулись в Москву и делятся своими впечатлениями об увиденном, которое вселяет уверенность в том, что газомоторное топливо – это реальность, и оно продолжает завоевывать себе дороги в близкой Европе. Наверное, не все из практикантов будут заниматься газом, но знания и опыт, полученные в этой поездке, будут полезны в учебе и дальнейшей трудовой деятельности. Это небольшой, но вполне реальный вклад в дело газификации.



Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

В связи с тем, что Международный научно-технический журнал Национальной газомоторной ассоциации «Транспорт на альтернативном топливе» включен в Перечень ВАКа, просьба ко всем авторам строго выполнять следующие требования при подготовке статей к публикации:

1. Все научно-технические статьи должны иметь **на русском и английском языках** следующие составляющие:

заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.

2. Все английские тексты следует набирать только строчными буквами, сохраняя начальные прописные буквы в именах собственных.

3. Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 14 400 знаков с пробелами.

Представленный текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте. Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих

ГОСТов. Текст, таблицы и графические рисунки должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Отдельно необходимо представить список подписочных подписей. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы. При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию. В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц. Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).



Авторы статей в журнале № 5 (17) 2010 г.

Банкет Михаил Викторович, аспирант Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), 8 904 581-43-93

Бибиков Михаил Никандрович, к.т.н., доцент Чайковского технологического института (филиал) ИЖГТУ, адрес: 617766, Пермский край, г. Чайковский, ул. Декабристов, 23. Тел.: факс 8-34241-2-96-58, 8-34241-2-97-87. E-mail: chtl@chti.ru, www.chti.ru

Бризицкий Олег Федорович, зам. главного конструктора РФЯЦ ВНИИЭФ, 8 (83130) 226-89

Воста Милан, доцент кафедры мировой экономики Высшей экономической школы (Прага, Чехия), д.э.н. Tel: + 420 224 09 4253, +420 224 09 5371, e-mail: vosta@vse.cz

Гречко Александр Георгиевич, доктор технических наук, главный технолог ОАО «Газпром», ул. Наметкина, д. 16, Москва, В-420, ГСП-7, 117997, тел.: +7 495 719 2003, моб. тел. +7 916 492 0021, факс: +7 495 719 2863, e-mail A.Grechko@adm.gazprom.ru

Гурдин Виктор Иванович, профессор Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), д.т.н., м.т. 8 913 640-21-70

Девянин Сергей Николаевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили» Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина (МГАУ им. В.П. Горячкина), м.т. 8 917 51-96-394

Дугин Георгий Сергеевич, зам. заведующего отделом проблем транспорта Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН), тел. 8 (499) 155-43-22, e-mail: tranbez@viniti.ru

Ерохов Виктор Иванович, профессор МГТУ «МАМИ», д.т.н., e-mail: PDO@mami.ru

Кириллов Валерий Александрович, зав. лабораторией Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 630090 г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 5, РФ, д.т.н., тел. 8 (383) 330-61-87, 8 913-748-72-15

Кириллов Николай Геннадьевич, старший научный сотрудник Военного инженерно-технического института (ВИТИ), д.т.н., м. тел. 8 911 950-83-26, e-mail: kirillov-ng@mail.ru

Клементьев Александр Сергеевич, магистр техники и технологии Чайковского технологического института, филиала Ижевского государственного технического университета (ЧТИ ИЖГТУ), 902 790-64-79, 8 (922) 306-50-56, e-mail: aleksandr_klemen@mail.ru

Козлов Сергей Иванович, главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н., 142217 Московская обл., пос. Развилка. Тел. 8 495 719 60 88; e-mail: S_Kozlov@vniigaz.gazprom.ru

Кочетков Максим Николаевич, младший научный сотрудник ГНУ ВИМ, р. тел. 8 (499) 174-87-63, e-mail: vim@vim.ru

Кузин Николай Алексеевич, старший научный сотрудник Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, к.х.н., 630090 г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 5, РФ. Тел. 8 383 330 61 87; e-mail: vak@catanalysis.ru

Лазарев Александр Николаевич, доцент Военного инженерно-технического института (ВИТИ), к.т.н., тел. (812) 719-87-86

Маленкина Ирина Федоровна, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 142217 Московская обл., пос. Развилка, р. т. 355-97-58, м. т. 8 916 593-94-78

Марков Владимир Анатольевич, профессор Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), д.т.н., моб. тел. 8 917 584-49-54

Маркова Вера Владимировна, аспирантка кафедры «Тракторы и автомобили» Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина (МГАУ им. В.П. Горячкина).

Меркушев Андрей Владимирович, начальник АГНКС ООО «Газпром трансгаз Чайковский», 617760, Пермский край, Чайковский р-н, п. Прикамский, ул. Ольховская 23, тел. 8 922 305-24-93. E-Mail: merkusav@uavr.ptg.gazprom.ru

Миллер Люси, аналитик компании Douglas-Weswood Ltd., e-mail: publications@dw-1.com

Новиков Алексей Иванович, начальник отдела ОАО «Газпром», ул. Наметкина, д. 16, Москва, В-420, ГСП-7, 117997, тел.: +7 495 719 6889, факс: +7 495 719 2863, e-mail A.Novikov@adm.gazprom.ru

Певнев Николай Гаврилович, зав. кафедрой, профессор Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), д.т.н., 8 (3812) 65-15-54, м.т. 8 913-970-47-79

Перетрухин Сергей Федорович, главный конструктор, директор научно-производственного комплекса РФЯЦ ВНИИЭФ к.т.н. 607190 Саров, ул. Железнодорожная 4/1, Нижегородская область, РФ. Тел. 8310 25852; e-mail: ivi@visa44.vniief.ru

Понамарева Анастасия Алексеевна, младший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 142717 Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка. E-mail: A_Ponomareva@vniigaz.gazprom.ru, тел + 7 (495) 355-97-58

Пронин Евгений Николаевич, зам. начальника управления ОАО «Газпром», ул. Наметкина, д. 16, Москва, В-420, ГСП-7, р. т. 719-14-81, e-mail: E.Pronin@adm.gazprom.ru

Раенбагина Эльмира Рашидовна, аспирантка Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), м.т. 8 909 537 62 32

Ревонченков Анатолий Матвеевич, старший преподаватель МГТУ «МАМИ», моб. тел. 8 905 760-94-42

Робертсон Стив, глава подразделения нефти и газа компании Douglas-Weswood Ltd.

Рубан Андрей Геннадьевич, региональный менеджер по продажам в Азии, Центральной и Восточной Европе, компания Worthington Cylinders GmbH, Кинберг, Австрия, тел.: + 420 724824822, + 420 519 301846, e-mail: andrey.ruban@wthg.at

Савельев Геннадий Степанович, заведующий лабораторией ГНУ ВИМ, к.т.н., раб. тел. 8 (499) 1748763, e-mail: vim@vim.ru

Сальников Виктор Александрович, доктор педагогических наук, профессор, ректор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), тел. 8 (3812) 65-22-18, 65-03-22

Филькин Николай Михайлович, д.т.н., профессор Ижевского государственного технического университета, 426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 7. Тел. 8-912-448-17-01, факс 8-3412-59-38-26, E-Mail: fnm@istu.ru

Contributors to journal issue No. 5 (17) 2010

Banket Michail V., Siberian automobile and Highway academy, phone: + 7 904 581-43-93

Bibikov Michail N., tel., fax: + 7 34241-2-96-58, 8-34241-2-97-87, www.chti.ru e-mail: chtl@chti.ru

Brizitskii Oleg F., deputy chief constructor of the Russian federal kernel center, tel. + 7 (83130) 226-89

Devyanin Sergey N., D. Sc. (Eng.), head of «Tractors and Automobiles» department of the Moscow State University for Agriculture and Engineering n.a. V.P. Goryachkin, m.t. + 7 917 51-96-394

Dugin Georgiy S., Senior Scientist, Departamet of transport problem, VINITI RAS, phone: + 7 (499) 155-43-22; e-mail: tran@viniti.ru

Erohov Viktor I., the professor of the Moscow state technical university (MAMI), Dr.Sci.Tech., the Honored worker of a science of the Russian Federation, e-mail: PDO@mami.ru

Filikin Nikolay M., PhD, Engng, professor lzhevsky state technical university, phone: 8-912-448-17-01, fax 8-3412-59-38-26, e-mail: fnm@istu.ru

Grchko Alexander G., Gazprom, tel.: + 7 495 719 2003, m. tel. +7 916 492 0021, fax: +7 495 719 2863, e-mail: A.Grechko@adm.gazprom.ru

Gurdin Viktor I., PhD, Engng, professor of Siberian automobile and Highway academy, m. phone: 8 913 640-21-70

Kirillov Nikolay G., PhD, Engng, the Deserved inventor of the Russian Federation, academician of ABN, Military Technical Institute, m. phone: 8-911-950-83-26, e-mail: kirillov-ng@mail.ru

Kirillov Valeriy A., head of labs of institute of catalysis of the Siberian separation of the Russian academy of sciences, the doctor of engineering science, City of Novosibirsk, + 7 (383) 330-61-87, + 7 913-748-72-15

Klementyev Alexander S., master of the technology and technologies, phone: + 7 902 790-64-79, + 7 (922) 306-50-56, e-mail: aleksandr_klemen@mail.ru

Kochetkov Maxim N., Scientific collaborator All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture (VIM), Moscow, Russia, office phone + 7 (499) 1748763, e-mail: vim@vim.ru

Kozlov Sergey I., «Gasprom VNIIGAZ», tel. + 7 495 719 60 88; e-mail: S_Kozlov@vniigaz.gazprom.ru

Kuzin Nikolay A., tel. + 7 383 330 61 87; e-mail: vak@catanalysis.ru

Lazarev Alexander N., candidate in DSc, the senior lecturer, academician of MAI, Military Technical Institute, phone: + 7 (812) 719-87-86

Malenkina Irina F., Head of the laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics, Gazprom VNIIGAZ, office phone: 355-97-58, mobile phone: 8 916 593-94-78, I_Malenkina@vniigaz.gazprom.ru

Markov Vladimir A., PhD, Engng, professor of «Heat Physics» department of the Bauman Moscow State Technical University, phone: + 7 917 584-49-54

Markova Vera V., Post-graduate of «Tractors and Automobiles» department of the Moscow State University for Agriculture and Engineering n.a. V.P. Goryachkin

Merkushev Andrey V., a chief AGNKS UAVR 1 LLC «Gazprom Chaykovskiy», phone 8 922 305-24-93, e-mail: merkusav@uavr.ptg.gazprom.ru

Miller Lucy, Douglas-Weswood Ltd., e-mail: publications@dw-1.com

Novikov Alexey I., Gazprom, tel.: +7 495 719 6889, fax: +7 495 719 2863, e-mail: A.Novikov@adm.gazprom.ru

Peretruchin Sergey F., Russian federal kernel center, tel. + 7 8310 25852; e-mail: ivi@visa44.vniief.ru

Pevnev Nikolay G., PhD, Engng, professor, head of the chair Siberian automobile and Highway academy, Omsk, phone: + 7 913 970-47-79

Ponomareva Anastasia A. (candidate for a degree) Junior research associate of Laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics of Centre «Gas use» of LLC Gazprom VNIIGAZ, the post address: Razvilka, Leninsky Rayon, Moskovskaya oblast, 142717, Russia. E-mail: A_Ponomareva@vniigaz.gazprom.ru, tel. +7 (495) 355-97-58

Pronin Evgeniy, Deputy Head of Directorate, JSC Gazprom, office phone: 719-14-81, e-mail: E.Pronin@adm.gazprom.ru

Raenbagina Elmira R., Siberian automobile and Highway academy, phone: 8 909 537 62 32

Revonchenkov Anatoly M., Moscow state technical university (MAMI), m. tel. + 7 905 760-94-42

Robertson Steve, Douglas-Weswood Ltd.

Ruban Andrey G., regional area sales manager CEE and Asia, Worthington Cylinders GmbH, Kienberg, Austria, tel.: + 420 724824822, + 420 519 301846, e-mail: andrey.ruban@wthg.at

Salnikov Viktor A., doctor of pedagogical sciences, professor, rector of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), tel. + 7 (3812) 65-22-18, 65-03-22

Saveliev Gennady S., Head of the laboratory of motor and alternative fuel, All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture (VIM), Moscow, Russia, office phone + 7 (499) 1748763, e-mail: vim@vim.ru

Vošta Milan, Doc. Dr., Ph.D., assitant pofessor, Vysoká škola ekonomická, Prague, Czech Republic, tel: +420 224 09 4253, +420 224 09 5371, e-mail: vosta@vse.cz