



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 1 (49) 2016



Реклама

Газовый КАМАЗ – новый вызов африканской пустыне!
Принципы эффективной АГНКС
Направления развития мировой транспортной системы

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Включен в Перечень ВАК

Учредитель и издатель

НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА),
аффилирована с Международным газовым союзом

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

зам. генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии

А. Беранек

генеральный директор ООО «ВИТКОВИЦЕ Рус» (Чехия)

Б.В. Будзуляк

председатель Комиссии по использованию
природного и сжиженного нефтяного газа
в качестве моторного топлива, д.т.н.

С.П. Горбачев

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

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтардзе

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

Т.В. Климова

начальник службы по связям с общественностью
и СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
заместитель главного редактора

С.И. Козлов

д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., исполнительный директор НГА

В.А. Марков

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

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

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

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

ветеран газовой отрасли, к.т.н.

В.Н. Фатеев

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

Отдел подписки и рекламы

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

Перевод

А.И. Хлыстова

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка, а/я 253

www.ngvrus.ru

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета

в ООО «Типография «ПАРТНЕР-ПРИНТ»

109202, Москва, Басовская ул., 16, стр. 1

Номер заказа

Сдано на верстку 15.12.2015 г.

Подписано в печать 15.01.2016 г.

Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,

опубликованной в рекламных материалах

На обложке: газовый КАМАЗ на международном

ралли-марафоне Africa Eco Race 2016

В НОМЕРЕ

Газовый КАМАЗ –
новый вызов африканской пустыне! 3

Евдокимов Я.А., Лавров Е.П.

Эволюция АГНКС

Часть 1. Принципы эффективной АГНКС 9

Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р.

Процедура разработки стандарта организации,
занятой переоборудованием автомобилей

в газобаллонные. 19

Гнедова Л.А., Гриценко К.А.,

Лапушкин Н.А., Перетряхина В.Б.

Эффективность применения ГМТ

в сельском хозяйстве. 24

Владимиров С.А.

Об основных направлениях развития

мировой транспортной системы и логистики 34

Александров И.К.

Оценка энергетической эффективности двигателя

внутреннего сгорания в условиях эксплуатации 46

Карагусов В.И.

Воздухонезависимые двигатели

внешнего сгорания для судовых энергоустановок. 50

Каменев В.Ф., Пугачёв И.О.

Отечественные системы управления дизельными
двигателями с топливной аппаратурой

аккумуляторного типа и комплексной
антитоксичной системой 56

Роскосмос создаст ракетный двигатель на метане. 63

Рейтинг экологической ответственности

нефтегазовых компаний России 64

Пронин Е.Н.

Семинар Международного делового конгресса

«СПГ на автомобильном транспорте» 66

Abstracts of articles 78

Авторы статей в журнале № 1 (49) 2016 г. 80



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), is affiliated with IGU

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Deputy General Director of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Beranek Antonin

*Director General
of VITKOVICE Rus (Czech Republic)*

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

Gorbachev, S.P.

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MGTU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

*acting Head of Public and Mass Media Relations Service
of Gazprom VNIIGAZ, deputy chief editor*

Kozlov, S.I.

Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

*PhD, Director of the Centre «Gas Use»,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
executive director, NGVRUS*

Markov, V.A.

*Professor of N.E. Bauman's MGTU,
Doctor of Engineering*

Nikolaenko, A.V.

*Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor,
Doctor of Science*

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

*Professor of People's Friendship University of Russia,
Doctor of Engineering*

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.L.

The vet of gas industry, Candidate of Science

Fateev, V.N.

*Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,
Doctor of Chemistry*

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru
Phone.: +7 (498) 657 29 76

Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru
Phone.: +7 (498) 657 29 77

Translation by

Khlystova A.I.

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,
Moskovskaya obl, 142717
www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.12.2015

Endorsed to be printed on 15.01.2016

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

Offset printing, 10,5 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.

CONTENTS

Gas-oil KAMAZ as the new challenge to African desert	3
Yaroslav Evdokimov, Evgeniy Lavrov Development of CNG filling station Part 1. Principles of impactful CNG Filling Station.	9
Nikolay Pevnev, Elmira Raenbagina Procedure for development of organizations standards involved in the gas-cylinder vehicle modifications	19
Gnedova Lyudmila, Gritsenko Kirill, Lapushkin Nikolay, Peretryakhina Vera The effectiveness of the Gas Motor Fuel usage in agriculture	24
Sergey Vladimirov On main directions of development of the global transport system and logistics	34
Igor Alexandrov Evaluation of the internal-combustion engine's energy efficiency in-service	46
Vladimir Karagusov The airindependent external combustion engines for ship power plants	50
Vladimir Kamenev, Ilya Pugachev Perspective directions of domestic control systems development for diesel engines with fuel apparatus of the rechargeable type and integrated anti-toxic system	56
Jet propulsiuon on methane by ROSCOSMOS	63
Environmental responsibility rating of Russian oil and gas companies	64
Eugene Pronin «LNG on automobile transport» International Business congress' workshop	66
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue № 1 (49) 2016	80

Газовый КАМАЗ – новый вызов африканской пустыне!

В начале января на Розовом озере Дакара финишировали участники международного ралли-марафона Africa Eco Race 2016, который в этом году состоялся в восьмой раз. Ралли проходит по историческому маршруту «Париж – Дакар» и призван обратить внимание мировой общественности на проблемы экологии. В частности, в марафоне принимают участие автомобили с гибридными двигателями.



Газовый КАМАЗ во второй раз вышел на старт ралли-марафона Africa Eco Race

Общая протяженность нынешней гонки составила, как и в прошлом году, около 6000 км, однако доля спецучастков увеличилась на 400 км и составила более половины дистанции – 3750 км. Africa Eco Race – одна из немногих гонок на планете, где организаторы стремятся с каждым годом повысить сложность. Руководитель проекта Жан-Луи Шлессер особенно гордится этой отличительной чертой африканского марафона: «Африка дает нам все, что необходимо для настоящего ралли-марафона. С давних лет особое отношение было к пескам и дюнам. Их не сравнить ни с чем, и мастерство пилотирования в песчаных эргах, на мой взгляд, доступно далеко не каждому».

Российскую команду на Africa Eco Race 2016 в категории грузовиков вновь представили два экипажа команды «КАМАЗ-мастер»: Антона Шибалова на дизельном автомобиле и Сергея Куприянова на газовом грузовике. По итогам прошлогоднего марафона автомобили стали золотым и серебряным призерами в своей категории. Несмотря на это подготовка к новому спортивному сезону велась командой на протяжении всего года.

Особое внимание в этом году было уделено модернизации газового КАМАЗа: инженеры увеличили мощность двигателя до 736 кВт, а крутящий момент до 3800 Нм, установили новую



Пилот газового КАМАЗа Сергей Куприянов (слева) и руководитель команды «КАМАЗ-Мастер» на ралли Africa Eco Race 2016 Сергей Савостин

коробку передач с усиленным первичным валом. Также была улучшена подвеска автомобиля, изменена жесткость рессор, увеличен ход подвески кабины, доработана кинематика рулевого управления, установлены более эффективные демпферы рулевой трапеции.

Газотопливная система также была улучшена: на спортивном грузовике обновили систему хранения и подачи природного газа, а также установили специальную кассету с четырьмя металлопластиковыми баллонами и аппаратуру дозирования поступления природного газа. По словам Сергея Куприянова, пилота газового КАМАЗа, природный газ обеспечивает автомобилю конкурентные преимущества при прохождении спецучастков с тяжелым вязким песком, это одна из ключевых составляющих, необходимых для хорошего результата.

Заправку, как и в прошлом году, обеспечил передвижной газовый заправщик (ПАГЗ) компании «Газпром газомоторное топливо». Водитель и оператор ПАГЗа наравне со спортсменами прошли курс физической подготовки, а ПАГЗ был подготовлен технически, ведь ему

предстояло пройти весь путь гонки до следов газового КАМАЗа. В этот раз он отправился в дорогу из Екатеринбурга и вместе со всей автоколонной «КАМАЗ-мастер» преодолел путь до Хельсинки, где «марафонцев» ждал паром.

В этом году ралли Africa Eco Race впервые стартовало в Монако – жемчужине лазурного побережья. Радостными аплодисментами и теплыми пожеланиями удачи зрители проводили участников 8-го выпуска на паром до Марокко. «Африканский караван» насчитывал около 500 участников и 200 транспортных средств, включая автомобили сопровождения, транспорт организаторов и спортсменов, пресс-кары. За 12 дней им предстояло пройти путь через Марокко и Мавританию и увидеть розовые волны сенегальского озера.

На первом этапе стартовые ворота пересекли 69 участников: мотоциклы, багги, грузовики рвались поскорее в бой померяться силами. В грузовом зачете соперниками команды «КАМАЗ-мастер» стали Миклош Ковач на Scania (Венгрия), Томаш Томечек на Tatra (Чехия), Элизабет Жасинту на MAN (Португалия),



Передвижной газовый заправщик «Газпром газомоторное топливо»

Жо Адуа на Mercedes (Франция), Самир Бенбехти на MAN (Франция).

В Марокко командам предстояло проехать пять этапов. Первый участок был коротким и тренировочным. 100-километровый спецучасток трассы Надор – Джурф-эль-Хамам изобилует острыми камнями и неожиданными поворотами. Организатор гонки Жан-Луи Шлессер подвел итог первого дня: «Считайте, что сегодня был пролог, чтобы «проснуться» и вспомнить Африку!» Газовый КАМАЗ Сергея Куприянова по итогам этапа финишировал первым.

Сложность спецучастков возрастала постепенно – с каждым разом они становились динамичнее и разнообразнее. На втором этапе протяженностью 300 км автомобили столкнулись с труднопроходимыми песчаными руслами. Однако для газового КАМАЗа эта задача оказалась легче, чем навигационная. Песчаное бездорожье автомобиль лучше преодолевает на природном газе, а вот с навигацией оказалось гораздо сложнее – экипаж Сергея Куприянова дважды потерял время на сложных привязках в дорожной книге, но смог



Использование природного газа на спортивном КАМАЗе дает экипажу значительные преимущества в песках

финишировать вторым, уступив напарнику по команде Антону Шибалову 13 минут.

Третий этап Тагуните – Асса длиной около 450 км на треть состоял из вязких русел пересохших рек и примерно на четверть из каменистых дорожек, перевалов и каменных русел ручьев. Трасса была несложной, но требовала постоянной смены ритма вождения.

Самым ярким впечатлением этого дня для Сергея Куприянова стал огромный солончак, ровный как стол: «На нем мы видели мираж – когда подъезжаешь, возникает полное ощущение, что его поверхность залита водой. Но это оптический обман, можно смело ехать прямо, и «вода» отступает...» На этом спецучастке газовый КАМАЗ смог сократить отставание от лидера грузового зачета – экипажа Антона Шибалова – до 7 минут.

Все стремились поскорее преодолеть дистанцию, чтобы собраться на bivvake и радостно отпраздновать Новый год. Праздничное настроение создавала пихта, привезенная командой «КАМАЗ-мастер» с родины – Республики Татарстан, а также скромные новогодние украшения и Снегурочка, в которую преобразилась Анастасия Нифонтова – мотогощица из команды VEB Racing.

Новый год в Африке празднуют символично, поскольку все знают – главный трофей хранится не под новогодним деревом, а у Розового озера Дакара. Поэтому уже ранним утром у стартовых ворот снова послышался рев моторов – вперед, на Дакар! Праздничное настроение если у кого-то еще и оставалось, то было быстро забыто – спецучасток между Асса и Ремз-эль-Кебир длиной 409 км преподнес много неприятных сюрпризов. Острые камни, которыми изобилует этот спецучасток, безжалостно рвали колеса, поэтому лидером в этот день стал только тот, кому хватило запасных.

Газовый КАМАЗ Сергея Куприянова был вынужден останавливаться четыре

раза. Как он сам рассказал, сначала – для помощи мотоциклисту, который упал. Удар, видимо, был такой сильный, что он с трудом стоял на ногах и не мог поднять мотоцикл. Две остановки понадобились для замены колес и четвертая – из-за того, что была перебита камнем трубка подкачки. «За 70 километров до финиша мы остались без резерва по шинам и доезжали предельно аккуратно. И это понятно – на трассе, например, стоял наш товарищ Юрий Сазонов из казахстанской команды Мобилекс, оставшийся вообще без целой резины. Он ждал, когда мимо проедет кто-то, кто сможет поделиться с ним запаской. Прямо перед финишем мы догнали Мэтью Серрадори, номер 210 на багги. Он ехал медленно, и мы нацелились обогнать его, но увидели, что он финиширует на трех колесах, и пропустили его на финиш первым». В итоге газовый КАМАЗ сместился на третье место, а экипаж Антона Шибалова оформил еще одну победу.

Показав свои «острые зубы», Марокко прощалось с участниками Africa Eco Race комфортным спецучастком на пятом этапе. Не меньше 400 км между Ремз-эль-Кебир и Дахла автомобили шли на максимальной скорости по абсолютно ровным плато, соединявшихся между собой каменистыми спусками. Правила гонки таковы, что грузовики могут развивать скорость не более 150 км/ч, джипы, напротив, могут мчаться настолько, насколько позволял двигатель. В этот день КАМАЗы Шибалова и Куприянова снова обогнали своих соперников и финишировали с разницей в 1,5 минуты.

И вот, наконец, обласканный солнцем берег Атлантического океана в окрестностях г. Дахла. «День отдыха» на местном марафонском языке звучит как «день механика»: гонок нет, но зато в работе весь арсенал инструментов, поскольку автомобили надо подготовить к самой сложной части – мавританским пескам.



Именно пыль песков Мавритании хранит тот самый манящий истинных гонщиков легендарный «дух Дакара». Пески здесь самые рыхлые на планете, но экипаж газового КАМАЗа уже имел с ними дело в прошлом году.

Во второй части гонки события начали развиваться неожиданно для всех. Покидая Марокко, в категории грузовиков лидерство удерживали экипажи «КАМАЗ-мастер»: Антон Шибалов – первый, Сергей Куприянов – второй. Третья позиция была у португальского трио Элизабет Жасинту, которое уверенно обошло на последних этапах в Марокко Томаса Томеcheка и Миклоша Ковача за счет отсутствия ошибок в навигации и пробитых покрышек.

Шестой этап из Дахла в Шами команды преодолели очень быстро – экипажи шли со средней (!) скоростью 126 км/ч. Газовый КАМАЗ финишировал первым.

Седьмой этап стал полной противоположностью предыдущему – на участке Шами – Амоджар протяженностью 414 км участникам пришлось серьезно поработать. На трассе чередовались небольшие по высоте, но коварные и неровные дюны, рудежные дорожки среди растительности и большие плато. Тем не менее, КАМАЗы по-прежнему удерживали первое и второе места, хотя с каждым разом это становилось все труднее.

Восьмой этап представлял собой кольцо вокруг Амоджара со спецучастком протяженностью 378 км. Он стал еще более серьезным испытанием, чем предыдущий линейный этап. Камни, пески и дюны требовали от экипажей постоянной смены ритма, к этому добавлялись навигационные ловушки. Преодолев сложнейший каменный триал после 300-го километра газовый КАМАЗ пробил заднее правое колесо, а затем заблудился. В итоге – пятое место в зачете грузовиков.

Девятый этап из Амоджара в Акжухт дистанцией 500 км, включая 445 км спецучастка, стал одним из самых сложных и кульминационных в гонке. Эти пески смогли преодолеть лишь немногие. Наши команды также столкнулись с трудностями: сначала на дюне с влажным песком застрял КАМАЗ Антона Шибалова, затем, в момент прохождения песчаной воронки, лопнуло колесо у грузовика Сергея Куприянова. Больше часа понадобилось двум экипажам, чтобы выволить грузовик из песчаного плена. Газовый КАМАЗ финишировал в этот день третьим, а экипаж Антона Шибалова – четвертым.

Однако по-настоящему роковым стал десятый этап. Второй круговой спецучасток Акжухт – Акжухт изобилует песчаными ловушками, при

В этом году организаторы усложнили маршрут





Экипаж газового КАМАЗа получил специальный приз

преодолении одной из которых у газового КАМАЗа не выдержало сцепление. Команда доехала до финиша на первой передаче, в объезд песков, потеряв время и получив 12-часовой штраф. Он и аннулировал все накопленное преимущество по времени перед соперниками.

На одиннадцатый этап боевой экипаж газового КАМАЗа вышел с жесткой установкой: «Бороться до конца!» Этот участок был достаточно простым: немного дюн, далее быстрые дороги на максимальной скорости и рулежный участок на финише. Всего 207 км. Сергей Куприянов стал первым на финише, обогнав Антона Шибалова менее чем на минуту.

В последний день пелетон Africa Eco Race отправился к Розовому озеру. Здесь уже соорудили подиум, а победные трофеи ждали победителей. КАМАЗы по традиции были украшены родными флагами – российским и татарстанским. Первый в зачете грузовиков стал экипаж Антона Шибалова, а Сергей Куприянов занял четвертую строчку на пьедестале почета, уступив место чеху Томасу Томе-чеку и Элизабет Жасинту. Тем не менее,

команда «КАМАЗ-мастер» снова подтвердила статус сильнейшего, и не только среди грузовиков! Газовый КАМАЗ стал победителем среди экологичных транспортных средств с гибридным двигателем, что еще раз доказало безопасность и эффективность природного газа.

Для Сергея Куприянова эта гонка была непростой, насыщенной впечатлениями и событиями: «Трасса в этом году была тяжелой, и мы благодарим организаторов ралли за то, что они сохраняют высочайший уровень гонки, ведь вместе с этим растет и наше мастерство. Сложнейшие песчаные спецучастки мы по-прежнему успешно преодолевали на газовом КАМАЗе, но обилие извилистых каменных дорог стало для нас в этом году более серьезным препятствием. Тем не менее, это – настоящий африканский Дакар, где возможно все. Мы получили бесценный опыт и настроены продолжать борьбу в следующем году», – рассказал пилот газового КАМАЗа.

Управление внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Эволюция АГНКС

Эта публикация – начало цикла статей газомоторной тематики, подготовленных сотрудниками НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», для ознакомления широкого круга читателей с особенностями природного газа как автомобильного топлива. Надеемся, наш труд будет интересен и полезен многим.

Авторы

9

Часть 1.

Принципы эффективной АГНКС

Я.А. Евдокимов, научный сотрудник НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,
Е.П. Лавров, начальник проектного отдела НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»

В первой части цикла дается экскурс в историю использования газомоторного топлива на автотранспорте. Проводится сравнение особенностей АГНКС прошлых лет и современных. Даются рекомендации по оптимизации заправки КПП.

Ключевые слова:

автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, компримированный природный газ, проектирование и строительство АГНКС.

Природный газ как моторное топливо

История умалчивает, кто и когда впервые применил компримированный природный газ (КПГ) на автомобилях. Видимо, это произошло почти одновременно в разных странах в 1930-х гг. (рис. 1, 2).

В Днепропетровской области в 1936 г. обнаружили крупное месторождение газа. К ноябрю 1937 г. построили первую в СССР газонаполнительную станцию (рис. 3), тогда же начали выпуск газобаллонных автомобилей.

Планам газификации помешала война, только во Франции и Италии довольно широко применялся сжатый газ (рис. 4).

Вновь интерес к газомоторному топливу возник в 1980-х гг. Сказался топливный кризис, поднявший цены



Рис. 1. Автомобиль, работающий на газе – продукте разложения соломы, хранящемся под низким давлением. Канада, 1918 г.

(из коллекции Western Development Museum, wdm.ca)

на нефть. Тогда же была создана международная ассоциация производителей газобаллонных автомобилей (IANGV), разработаны стандарты на автомобильную метановую аппаратуру. А в СССР



Рис. 2. Заправка автомобилей КПП в 1930-х в Аргентине (с сайта ngvjournal.com)

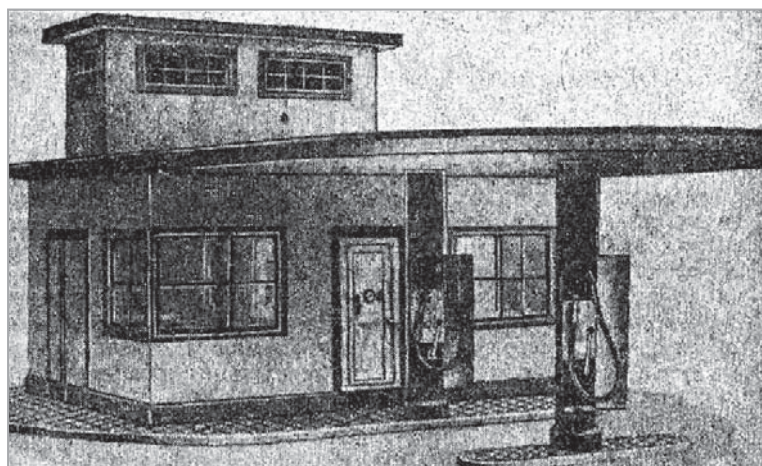


Рис. 3. АГНКС 1930-х в СССР (из книги «Газобаллонные автомобили», 1941 г.)



Рис. 4. Легковой Citroen с газовой аппаратурой. Снимок времен Второй мировой войны (с сайта lowtechmagazine.com)

в 1983 г. была принята программа строительства автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и газификации транспорта (первая такая программа была принята еще постановлением Совнаркома в 1936 г.).

В 1990-2000 гг. основаны газомоторные ассоциации: Японская (1991 г.), Общеввропейская (1994 г.), Азиатско-Тихоокеанская (2002 г.) и др. В России Некоммерческое партнерство «Национальная газомоторная ассоциация» действует с 1999 г. Эти организации призваны содействовать формированию нормативной базы и созданию инфраструктуры для широкого применения газа на транспорте.

Почему же газ с его давней историей мало распространен на транспорте? Тому есть несколько причин.

1. Метан сложно хранить на автомобиле в нужном количестве. По количеству энергии кубометр газа приблизительно соответствует литру бензина. Хранить 40...50 м³ газа на автомобиле, разумеется, нелегко. В сжатом виде газ занимает намного меньше места, столитровый баллон вмещает примерно 25 м³.

2. Скорость заправки ограничена особенностями течения газа: она ниже, чем у жидкого топлива.

3. На АГНКС поступает газ с низким давлением, необходимы компрессоры. В газе есть влага и другие примеси, недопустимые для двигателя, поэтому нужна осушка и очистка. Все это делает АГНКС сложным объектом.

4. Высокое давление и горючий газ создают повышенную опасность. АГНКС – объекты технического регулирования и надзора. Зарубежная нормативная база отличается от российской, поэтому в России сложно использовать иностранную продукцию.

5. Клиент видит АГНКС как заправочную станцию, только с другим топливом. Обычно минимальная денежная единица составляет 1 % от основной

(например, 1 руб. = 100 коп.), и погрешность отпуска и учета топлива должна быть не больше 1 %. Учет по давлению в баллоне при помощи таблиц был недостаточно точен. Только к 1990-м гг. с внедрением кориолисовых расходомеров газозаправочные колонки по точности и скорости заправки приблизились к обычным ТРК.

Советские АГНКС 1980-х гг. предназначались в основном для автохозяйств. Применялся учет заправленного газа по давлению, общая погрешность распределялась по всем автомобилям предприятия. Скорость заправки была малозначительна, так как можно было спланировать работу транспорта и загрузку ближайшей АГНКС с учетом низкой скорости заправки. Технических средств для улучшения характеристик заправки еще не было, и советские АГНКС находились примерно на общемировом уровне. Затем развитие России практически остановилось в 1990-е и ранние 2000-е гг., в то время как мировая практика не стояла на месте и шла по пути повышения удобства для частных потребителей. Судя по материалам

зарубежных фирм, а также и по некоторым нормативно-техническим документам, качественный скачок в технологиях заправки газом был сделан около 1995 г. Сейчас России, к сожалению, приходится догонять лидеров.

Оптимизация заправки КПП

Особенности заправки КПП

Основное отличие газа от жидкого моторного топлива (ЖМТ) в том, что объем ЖМТ можно считать постоянным, а газ сильно изменяет свой объем в зависимости от температуры.

Автомобильные баллоны со стандартным давлением 20 МПа при температуре 15 °С* содержат разную массу газа при разной температуре окружающей среды. С одинаковым давлением при температуре 30 °С баллоны будут вмещать на 15 % газа меньше, чем при -15 °С. Газ при заправке нагревается, это повышает давление и уменьшает массу заправки еще на 10 %. Запас хода транспорта между заправками снижается и становится нестабильным.

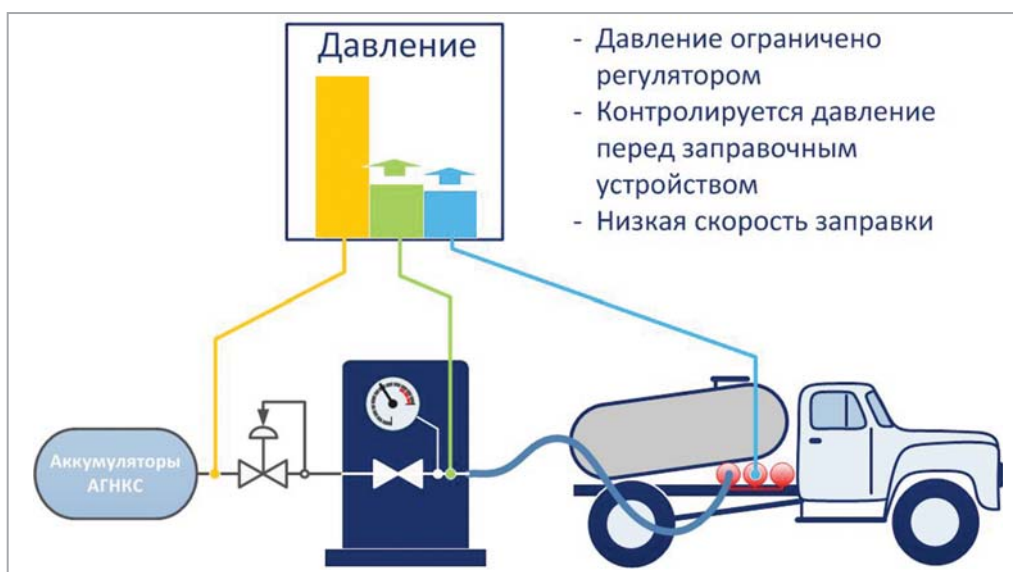


Рис. 5. Типовая схема заправки

* В соответствии с ГОСТ Р ИСО 11439-2010 «Газовые баллоны. Баллоны высокого давления для хранения на транспортном средстве природного газа как топлива. Технические условия».

Также надо отметить, что время заправки автомобиля газом больше, чем при заправке ЖМТ, что создает дополнительное препятствие к переводу автотранспорта на газ.

Традиционный способ заправки

Традиционно заправка выполняется до заданного давления в баллоне.

При заправке измеряется давление газа, по достижению заданного значения блок управления останавливает заправку. Измерить давление прямо в баллоне невозможно, измеряется давление в заправочном шланге. Оно больше давления в баллоне, перепад пропорционален расходу газа при заправке (рис. 5).

Чтобы обеспечить контроль давления, его ограничение и заправку до заданной величины, перед колонкой устанавливается регулятор, уменьшающий давление и перепад на заправочном устройстве. При этом снижается расход газа, особенно в конце заправки, что заметно увеличивает ее длительность. Именно по такой схеме работают колонки на АГНКС, построенных в 1980-х гг. (рис. 6).

Аккумуляторы газа имеют большой объем и расположены в подземном бетонном бункере. Кроме безопасности, данное решение обеспечивает примерно

постоянную температуру газа в течение года.

Коммерческий расчет производится с помощью таблиц давления в баллоне, объема баллона и температуры воздуха, то есть без прямого измерения массы проданного газа. Данная схема неплохо сбалансирована с точки зрения безопасности и наполняемости баллонов.

Газ хранится под землей в больших емкостях, сезонные изменения мало влияют на его температуру. В любое время года температура газа в баллонах автомобиля в конце заправки примерно одинакова. Обеспечивается не оптимальная, но довольно стабильная наполняемость баллонов в разное время года.

Однако у этой схемы есть несколько важных недостатков:

- регулятор давления ограничивает скорость заправки, он сложен в настройке, дорог и недостаточно надежен;
- происходит недозаправка баллонов из-за их нагрева;
- неточно оценивается масса проданного газа;
- требуется большая площадь для аккумуляторов, обязателен контроль загазованности в закрытом подземном бункере; большой объем и подземное расположение аккумуляторов усложняют их испытания, проводимые раз в 5 лет.

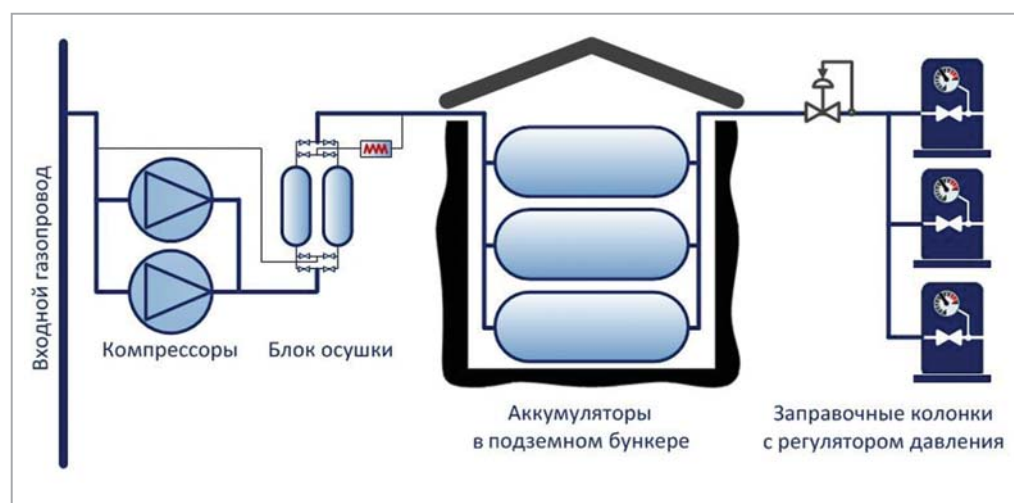


Рис. 6. Структура АГНКС 1980-х гг.

Как же добиться максимально быстрой, полной и безопасной заправки газа в баллоны автомобиля? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим подробнее процесс заправки газа из аккумуляторов АГНКС в баллоны автотранспорта.

Процесс заправки баллона

Газ в баллоне автомобиля нагревается при заправке от резервуара со сжатым газом (аккумулятор). На АГНКС это хорошо известное явление приводит к недозаправке.

Возникает вопрос: откуда берется нагрев баллона, ведь газ охлаждается при расширении, если отсутствует теплообмен? Зачастую на газозаправочных колонках именно из-за этого обмерзают заправочные устройства и клапаны. Почему же газ в баллоне нагревается выше начальной температуры?

При движении через трубопроводы и заправочное устройство газ набирает скорость, расширяется, что вызывает его охлаждение. Затем поток газа тормозится в заправляемом баллоне, заново сжимается и нагревается. Важно, что конечная температура выше, чем температура в аккумуляторах газа, так как избыточная энергия газа переходит в теплоту (рис. 7).

Итак, нагрев обусловлен следующими причинами:

- давление в аккумуляторах выше, чем давление в баллоне, особенно в начале заправки;
- газ быстро проходит путь до баллона, теплообмена с окружающей средой практически нет, он происходит уже в баллоне, из-за этого композитный баллон, хуже проводящий тепло, нагревается сильнее, чем металлический.

Нагрев приводит к повышению давления в баллоне и остановке заправки. В баллон попадает меньше газа, чем он мог бы вместить при таком давлении и температуре окружающей среды.

Избежать нагрева можно, если сделать движение газа очень медленным, уменьшив перепад давлений на всем пути движения. Но понятно, что на практике никого не устроит очень медленная заправка.

Современная технология заправки

Современные АГНКС имеют важные отличия от АГНКС 1980-х гг.:

- заправка по массе, отказ от регуляторов давления перед газозаправочной колонкой;
- наземное хранение газа;

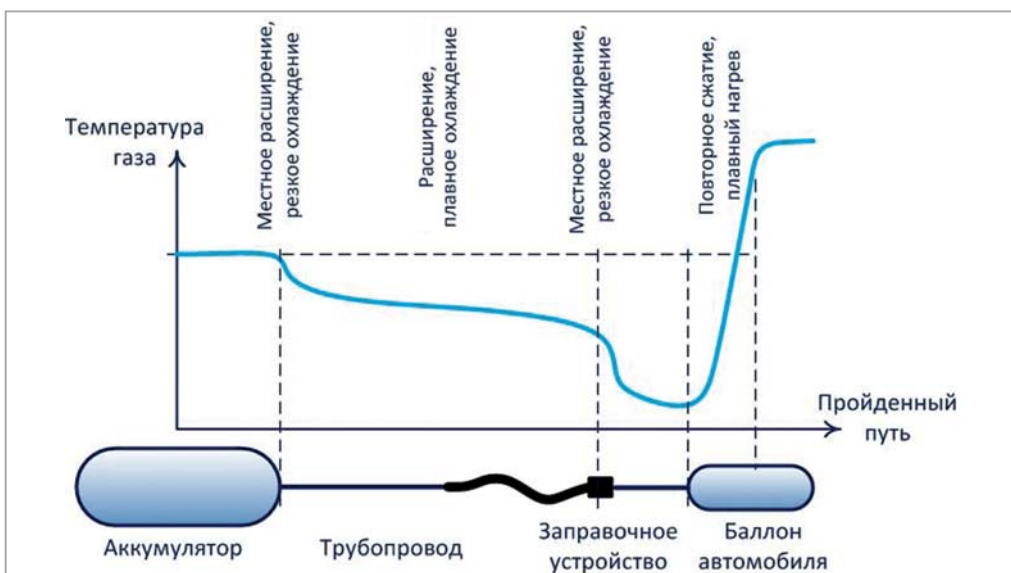


Рис. 7. Изменение температуры газа при его движении из аккумулятора в баллон

- разделение аккумуляторов на секции с различным давлением газа.

Эти отличия оптимизируют стоимость заправочных станций, повышают эффективность и безопасность заправки.

Рассмотрим их подробнее.

Заправка по массе без регулятора давления

Уменьшить время заправки можно, если не ограничивать расход газа регулятором, а дать ему возможность двигаться с максимально возможной скоростью.

Современные расходомеры позволяют точно измерять массу газа, прошедшего через трубу, а контроллеры колонок – автоматически определять объем баллона (рис. 8). При заправке блок управления ГЗК оценивает объем баллона и рассчитывает такую массу газа, которая создаст заданное давление с учетом сжатия и точно рассчитанным запасом на нагрев баллона. Заправка заканчивается по достижении заданной массы, как на ТРК для жидкого топлива.

Отсутствие регулятора давления заметно увеличивает скорость наполнения баллонов, а расчет массы и давления с учетом нагрева позволяет повысить наполняемость баллона. Также повышается стабильность заправки при разной температуре воздуха, так как дозируется именно масса, а не объем и давление газа.

Клиент АГНКС может быть уверен, что в любое время года он получит одинаковую массу газа, а значит, одинаковый пробег транспорта между заправками, что важно при коммерческом использовании автомобиля и планировании его загрузки.

На рис. 9 показан график хода заправки на газозаправочной колонке ЛПА-ГЗК. Заправка выполняется по массе (с автоматическим измерением объема баллона) без регулятора давления. В этом примере заправка 122 м³ газа (примерно эквивалентно 122 л бензина или ДТ) выполнена за 10 мин, что является хорошим результатом. После заправки и выравнивания температуры баллона устанавливается давление 19,6 МПа, равное заданному.



Рис. 8. Современная схема заправки

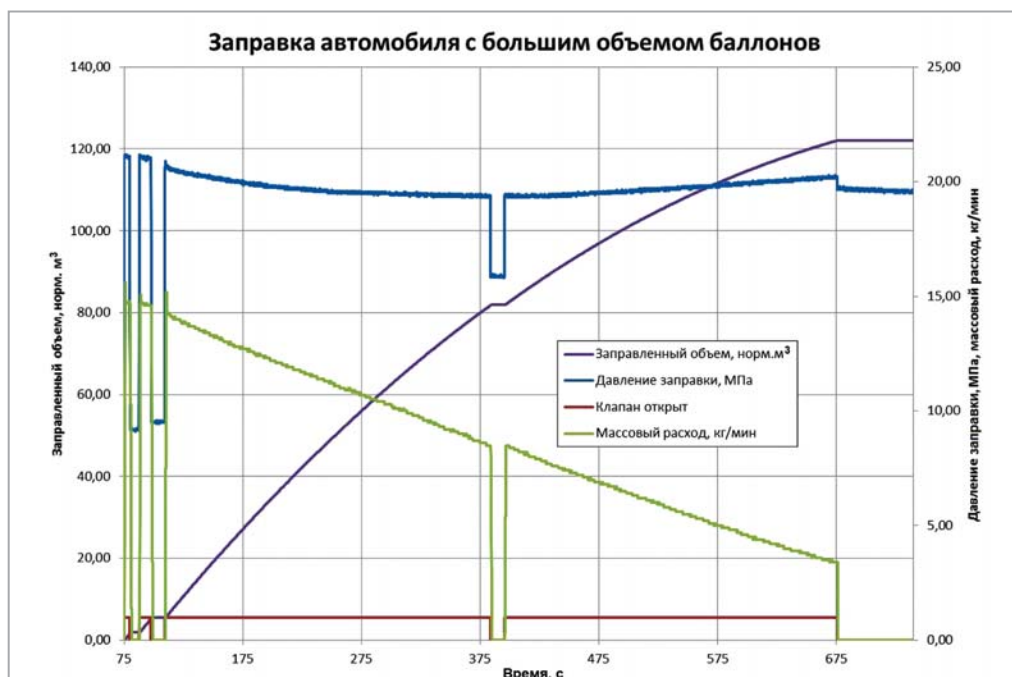


Рис. 9. График хода заправки

Наземное хранение газа

Снижаются затраты на строительство АГНКС, поскольку не нужен бункер с системой контроля загазованности, достаточно подготовленной площадки. Недостаток в том, что температура хранимого в аккумуляторах газа зависит от температуры окружающей среды. Зимой заправляется заметно больше газа, чем летом, и давление в баллоне может опасно повыситься, если автомобиль после заправки поместить в теплый гараж.

Только при заправке по массе с учетом температуры окружающего воздуха эксплуатация автомобилей будет полностью безопасной со стабильным заполнением баллонов в любое время года.

Разделение аккумуляторов на секции с различным давлением

Это решение уменьшает энергозатраты на сжатие газа, увеличивает пропускную способность АГНКС и повышает эффективный (работающий) объем аккумуляторов. Данная сложная и интересная тема будет рассмотрена в следующих статьях.

Проектирование эффективных АГНКС

Ниже в таблице приведены возможные сочетания новых и старых решений, комбинируемых на АГНКС.

Мы рассмотрели в статье некоторые особенности структуры АГНКС (рис. 10) и различные «мелочи», способные серьезно изменить экономическую эффективность, а иногда и безопасность заправки природным газом. Еще раз подчеркнем, что АГНКС существенно сложнее для проектирования и строительства, чем АЗС с жидким топливом. Попытки строительства АГНКС из разрозненных блоков, приобретенных у разных поставщиков и не согласованных между собой, приводят обычно к проблемам при эксплуатации.

Прибыль от продажи КПП ниже, чем от продажи жидкого топлива, причем цена ограничена законодательно, поэтому очень важно сделать затраты на эксплуатацию АГНКС минимальными. Для создания действительно эффективной АГНКС нужно учитывать многие согласованные факторы:

Компримированный природный газ

16

Параметр	Функция заправки по массе в колонке	
	Есть	Нет
Регулятор давления перед колонкой	Нет	Самый быстрый и точный способ заправки с контролем заправляемой массы и компенсацией по температуре. Требуется соответствующей автоматике колонки
	Есть	Недопустимый вариант. Невозможно контролировать давление в баллоне из-за перепада на заправочном устройстве, а другого способа контроля процесса заправки нет
Расположение аккумуляторов	Наземное	Сочетание имеет смысл только при настройке регулятора на максимально допустимое давление (защитная функция). Если же регулятор настроен на конечное давление в баллонах, то сочетание бессмысленное, т.к. более сложная и дорогая колонка не ускоряет заправку, ограниченную регулятором
	Подземное	Потенциально опасный вариант. Зимой возможно аварийное повышение давления в баллонах в теплом гараже после заправки
Расположение аккумуляторов	Наземное	Типовой современный вариант обеспечивает удешевление аккумуляторов и оптимальную заправку
	Подземное	Нормальный вариант, если аккумуляторы уже есть (реконструкция). При строительстве новой АГНКС дорогое подземное хранилище в сочетании с заправкой по массе нецелесообразно
Расположение аккумуляторов	Наземное	Традиционная схема отличается дороговизной аккумуляторов и медленной заправкой, однако сбалансирована с точки зрения стабильности заправки и безопасности
	Подземное	Традиционная схема отличается дороговизной аккумуляторов и медленной заправкой, однако сбалансирована с точки зрения стабильности заправки и безопасности

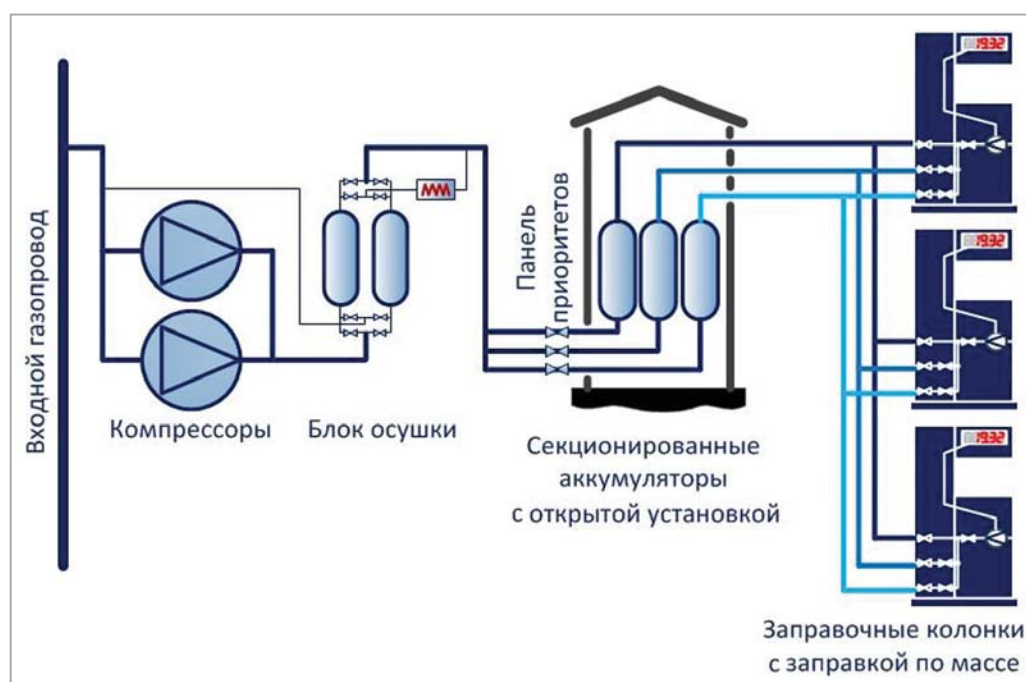


Рис. 10. Современная структура АГНКС

- средняя загрузка АГНКС и особенности ее распределения по времени суток влияют на оптимальный выбор компрессоров, аккумуляторов и колонок;

- существуют серьезные ограничения (площадь территории, расположение окружающих объектов), которые нередко упускаются при планировании строительства;

- наличие необходимой электрической мощности, поскольку зачастую неопытный проектировщик не учитывает гораздо большее энергопотребление АГНКС по сравнению с обычной АЗС;

- особенности подвода газа, располагаемое давление и производительность газопровода;

- множество других, казалось бы, малозначимых моментов.

В России и ближнем зарубежье еще во времена СССР создана достаточно большая сеть АГНКС. Эти станции работают и сейчас, но нуждаются в глубокой модернизации.

Модернизация имеющегося объекта может быть существенно дешевле, чем строительство с нуля, но правильный подход к проектированию в этом случае, пожалуй, еще важнее. В ходе эксплуатации старые станции подвергались ремонтам и мелким доработкам, причем зачастую эти доработки плохо документированы. Задача проектировщика при модернизации такого объекта, прежде всего, выявить истинное состояние, а это невозможно без тщательного обследования объекта. Пренебрежение этой процедурой приводит к различным

нестыковкам в ходе модернизации и последующим проблемам при эксплуатации. Заметим, что и при строительстве новой станции предпроектное обследование площадки не является лишним, поскольку «на бумаге» учесть все особенности, как правило, невозможно.

Итак, проектирование АГНКС и поставку оборудования лучше всего выполнять комплексно. При этом для правильного выбора поставщика услуг и оборудования нужно обращать внимание на такие моменты:

- опыт компании в газовой отрасли, знание специфических отраслевых стандартов;

- наличие в компании специалистов различных направлений – строительство, газовые технологии, силовое электрооборудование, автоматика;

- готовность к новому объекту, проведению обследования, работе как с документацией, так и непосредственно со специалистами заказчика;

- предпочтительно, чтобы проектирование и поставка оборудования выполнялись одной компанией или группой компаний-партнеров.

В следующих статьях цикла мы подробнее рассмотрим особенности отдельных блоков АГНКС, остановимся на различных технологических схемах, например, многолинейной заправке, организации «виртуальной трубы», приведем примеры эффективных приемов модернизации и строительства АГНКС. С интересом примем пожелания и конструктивную критику от читателей.

Преимущества:

- Расширенный температурный диапазон
- Минимальные потери газа
- Безопасность

Характеристика	Значение
Количество постов заправки, шт.	1 или 2
Количество линий давления, шт.	1, 2 или 3
Производительность заправки, кг/мин	1...50 (для автотранспорта) 1...70 (для ПАГЗ)
Рабочее давление, МПа	25
Давление заправки, МПа	19,6 (для автотранспорта) 24,5 (для ПАГЗ)
Рабочая температура воздуха, °С	от - 40 до + 40
Межповерочный интервал, лет	2
Погрешность измерения заправленного количества газа, не более, %	1
Габаритные размеры, мм	1065 x 595 x 2190
Интерфейс связи с системой учета	RS-485



КОМПРЕССОРНЫЕ МОДУЛИ СЕРИИ CLEVER – БЛОКИ АГНКС В ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ НА БАЗЕ ПОРШНЕВЫХ W-ОБРАЗНЫХ КОМПРЕССОРОВ



Преимущества:

- Сокращение протяженности энергетических коммуникаций
- Уменьшение затрат на строительство и эксплуатацию
- Удобство технического обслуживания и ремонта

Модель	Краткое описание	Входное давление / Производительность	Применение
Clever-M	Компрессор и блок осушки в одном контейнере	1-6 бар: до 2000 Н.м³/час 6-12 бар: до 2500 Н.м³/час	Ключевой блок АГНКС любой производительности
Clever-L	АГНКС в одном блоке	1-6 бар: до 1000 Н.м³/час 6-12 бар: до 1300 Н.м³/час	АТП и МАЗС средней загрузки, коммерческие АГНКС
Clever-S	Мини-АГНКС в одном блоке	1-5 бар: до 150 Н.м³/час	Малые АТП, МАЗС низкой загрузки
Clever-D	Дочерняя АГНКС	5-220 бар: до 3500 Н.м³/час	Разгрузка пассивных ПАГЗ

Процедура разработки стандарта организации, занятой переоборудованием автомобилей в газобаллонные

Н.Г. Певнев, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), д.т.н.,

Э.Р. Раенбагина, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), к.т.н.

В статье выявлена необходимость внесения изменений в нормативно-техническую документацию по эксплуатации газобаллонных автомобилей (ГБА). Предложена процедура разработки нормативных документов на примере стандарта организации по сливу газа из автомобильного баллона. Разработанные дополнения в нормативно-техническую документацию утверждаются в виде стандарта организации на основании результатов проведенных исследований и требований статьи 17 Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Стандарт организации должен быть разработан на монтаж в систему питания ГБА сливной магистрали, обеспечивающей слив газа из баллона. Таким же образом подготавливается стандарт организации на обслуживание газобаллонного автомобиля.

Ключевые слова:

газобаллонный автомобиль, техническая эксплуатация, нормативные документы, стандарт организации.

13 мая 2013 г. утверждено Распоряжение Правительства Российской Федерации № 767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива», согласно которому ряду федеральных министерств поручено разработать комплекс мер государственной поддержки, направленных на создание условий для расширения использования газа в качестве моторного топлива [1].

14 мая 2013 г. по итогам совещания у Президента РФ В.В. Путина по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива утвержден перечень поручений Правительству РФ.

Этими поручениями предусмотрена разработка комплексного плана расширения использования газа в качестве моторного топлива, а также комплексное внесение изменений в нормативно-правовую базу, регулиующую требования к объектам, предназначенным для производства, хранения и использования газомоторного топлива [2].

Многие положения нормативно-правовых и нормативно-технических документов в настоящее время не отвечают современным требованиям эксплуатации и экологии и требуют разработки дополнений на основании проведенных исследований [3, 4]. Изменения

в нормативно-техническую документацию разрабатываются и утверждаются в виде стандарта той организации, которая занята оказанием услуг по монтажу ГБО и обслуживанию ГБА, согласно требованиям статьи 17 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», исходя из необходимости применения этих стандартов для целей, указанных в статье 11 настоящего Федерального закона, – для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований, измерений и разработок [5].

Нормативно-техническая документация для ГБА, работающих на сжиженном углеводородном газе (СУГ), устанавливает единый порядок переоборудования автотранспортных средств в газобаллонные, а также технической эксплуатации ГБА. Эти нормативные документы распространяются на все автотранспортные средства для предприятий любых форм собственности и индивидуальных владельцев и носят обязательный характер.

Процесс переоборудования грузовых и легковых автомобилей, а также автобусов в газобаллонные для работы на СУГ регламентируют ТУ 152-12-008-99 и РД 3112194-1098-03, а техническую эксплуатацию ГБА – РД 3112199-1094-03.

Согласно требованиям нормативной документации, при техническом обслуживании и текущем ремонте ГБА обязательно осуществляется слив газа из автомобильного газового баллона на специализированных постах. В связи с модернизацией конструкции запорно-предохранительной арматуры автомобильных газовых баллонов, то есть при установке на баллон блока арматуры (мультиклапан), произвести слив газа из баллонов невозможно. Таким образом, не выполняются требования нормативных документов по сливу газа, и нарушается

технологический процесс технической эксплуатации ГБА.

Для правильного функционирования системы использования СУГ в качестве моторного топлива должна быть доработана нормативная документация [6]. А для выполнения требований нормативных документов по сливу СУГ из автомобильного баллона с мультиклапаном необходима модернизация системы питания двигателя ГБА [4], а также организация постов слива СУГ из автомобильных баллонов на АТП и АГЗС [6, 7].

Под стандартом организации понимается документ, утвержденный и применяемый ею для целей стандартизации, выполнения требований нормативных документов, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований, измерений и разработок [3, 4, 6, 8].

С учетом общей целевой направленности стандартизации как одного из основных элементов технического регулирования деятельность по ее отработке в каждой конкретной организации должна быть направлена на повышение качества и безопасности продукции, связанных с производством процессов, работ и услуг, а в целом – на получение максимального экономического эффекта, обеспечиваемого с помощью передовых достижений науки и технологий. Таким образом, результаты исследований по обеспечению безопасного слива газа из автомобильных газовых баллонов могут быть использованы для разработки стандарта организации на предприятиях, занятых переоборудованием автотранспортных средств в газобаллонные, а также обслуживающих ГБА, для обеспечения безопасной эксплуатации [7, 9].

Стандарт организаций – это документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики

процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, реализации, выполнения работ или оказания услуг [5].

Стандарт организации может разрабатываться на монтаж сливной магистральной в систему питания ГБА, обеспечивающей слив газа из баллона, а также на выполнение технологических процессов эксплуатации ГБА. В качестве субъектов – потенциальных разработчиков стандартов – выступают организации, занятые переоборудованием автомобилей в газобаллонные и их технической эксплуатацией.

Цели разработки стандартов организаций обозначены в ст. 11 Федерального закона «О техническом регулировании». Кроме того, положения рассматриваемой статьи предусматривают разработку стандартов организаций в следующих целях:

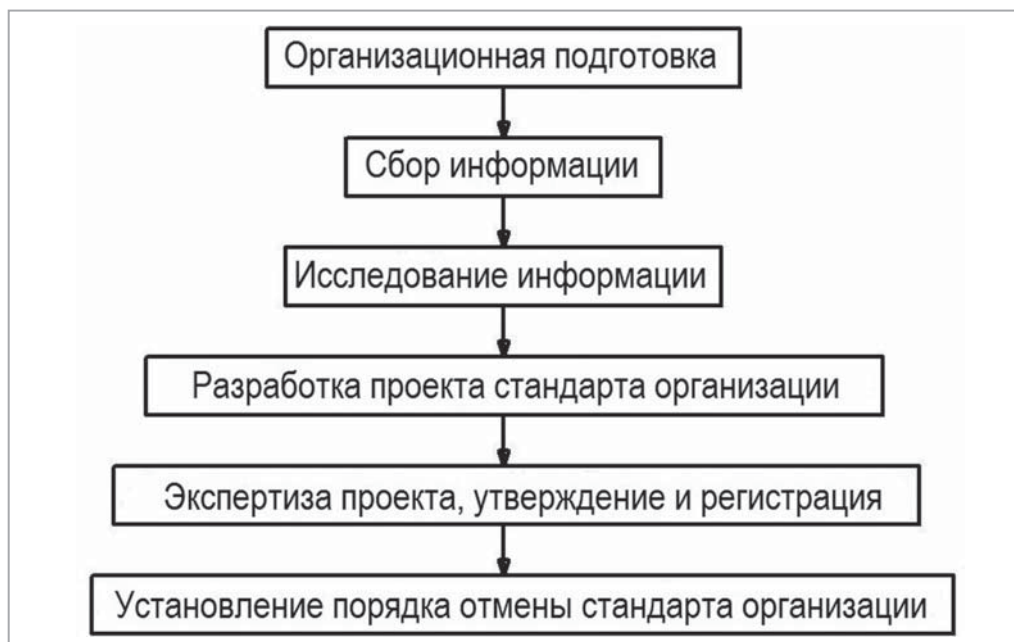
- совершенствование производства;
- обеспечение качества продукции, выполнение работ и оказание услуг;
- распространение и использование полученных в различных областях знаний, результатов исследований, измерений и разработок [5].

Таким образом, многие задачи технического характера возможно решать с помощью стандартизации с учетом специфики структуры организации и (или) области ее деятельности.

Стандарты организаций упрощают процедуру утверждения разрабатываемых документов, так как отпадает необходимость их согласования, утверждения и (или) регистрации в соответствующих федеральных органах исполнительной власти. Они не должны противоречить требованиям технических регламентов и национальных стандартов, обеспечивающих применение международных стандартов ИСО, МЭК и других международных организаций, к которым присоединилась Российская Федерация, а также стандартов, разработанных для обеспечения выполнения международных обязательств Российской Федерации [10].

Стандарт, разработанный и утвержденный одной организацией, может использоваться другой в своих интересах только по договору с утвердившей его организацией.

Разработка стандарта организации основывается на правилах национальной



Блок-схема этапов процедуры разработки стандарта организации

системы стандартизации. Этапы процедуры разработки стандарта организации представлены на рисунке.

Деятельность по разработке и внедрению стандарта начинается с издания директором данной организации приказа о создании рабочей группы и утверждении плана разработки стандарта. В состав рабочей группы включаются специалисты, обладающие различной информацией об объекте стандартизации и опытом. Возглавлять рабочую группу может руководитель данной организации.

Сбор информации имеет своей целью определение нормативных требований к объекту стандартизации, повышение качества услуг за счет использования имеющегося опыта и уменьшение объема исследований по рассматриваемому вопросу.

Состав информации, которую необходимо собрать, утверждается рабочей группой и, как минимум, должен включать:

- нормативные требования к стандартизируемому объекту;
- стандарты организации (проекты стандартов) аналогичных объектов;
- результаты исследований, проводимых с целью выявления проблематики данного объекта;
- показатели качества, применимые для стандартизируемого объекта организации, и методики их измерения (проверка на герметичность соединений всех узлов).

После сбора информации рабочая группа анализирует ее и выделяет данные, применимые для разработки проекта стандарта. Исследования проводятся для подтверждения применимости данных, полученных на предыдущем этапе, сбора данных о существующей проблеме объекта стандартизации и получения недостающей информации, нужной для решения этой проблемы.

Порядок разработки, утверждения, учета, изменения и отмены стандарта организации устанавливается ею самостоятельно с учетом положений ст. 12

Федерального закона «О техническом регулировании» [5].

Рабочая группа готовит проект стандарта и пояснительную записку к нему. В зависимости от объекта стандартизации перед экспертизой и утверждением стандарта может быть проведена его апробация с целью выяснения возможности реального применения в данной организации. Перед утверждением стандарта проводят его экспертизу, на основании которой рабочая группа готовит заключение, которое направляется руководителю. Стандарты организаций утверждаются личной подписью руководителя данной организации или отдельным организационно-распорядительным документом (приказ, распоряжение, постановление и т.п.). При этом указывается, какие документы представляются вместе с проектом стандарта на его утверждение. Это могут быть копии опубликованных материалов по исследуемому вопросу.

Разработчиком устанавливается порядок отмены стандарта организации, а также критерии его отмены. Действующий стандарт отменяют при следующих условиях:

- в связи с прекращением оказания услуг, осуществляемых по данному стандарту;
- при разработке взамен данного стандарта другого (других);
- когда объект стандартизации, на который распространялся стандарт, стал объектом стандартизации на более высоком национальном или межгосударственном уровне;
- при утрате актуальности стандарта в связи с изменением экономической ситуации;
- в случаях, утвержденных рабочей группой.

После завершения описанных этапов разработки стандарта организации осуществляется его внедрение, ответственность за которое возлагается на одного из заместителей руководителя отдела

стандартизации. При нем может быть создана рабочая группа по внедрению стандарта, которая будет заниматься методической помощью и инспектированием.

На сегодняшний день стандарты организаций являются важным средством на пути модернизации отечественной нормативной базы в области технического регулирования. В связи с этим организациям, занятым переоборудованием автотранспортных средств в газобаллонные, а также обслуживанием ГБА, следует максимально использовать предоставленную Федеральным законом возможность – разработку и активную

апробацию собственных стандартов, поскольку именно в них отражаются основные требования к выполняемым работам и оказываемым услугам.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Выявлена необходимость внесения изменений в существующую нормативно-техническую документацию по переоборудованию и эксплуатации ГБА.

2. Предложена процедура разработки стандарта предприятия по переоборудованию и эксплуатации ГБА с учетом изменений конструкции ГБО.

3. Определен порядок утверждения и отмены стандарта организации.

Литература

1. О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива: распоряжение Правительства РФ от 13.05.2013 г. № 767-Р // Собрание законодательства РФ. – 2013. – № 20. – С. 2551.
2. Перечень поручений Президента РФ по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива 14 мая 2013 г. // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5. – С. 3-5.
3. Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р., Гурдин В.И. Предотвращение ущерба окружающей среде от несанкционированного слива газа из автомобильных баллонов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 6. – С. 44-50.
4. Полез. модель 90137 РФ: МПК F 02 M 21/02. Двухтопливная система питания двигателя / Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина, А.П. Елгин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО СибАДИ. – № 2009132044/22; заявл. 25.08.2009; опубл. 27.12.2009. Бюл. № 36.
5. О техническом регулировании. Федеральный закон РФ от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 52, ч. 1. – С. 5140.
6. Раенбагина Э.Р. Рекомендации и дополнения в нормативную документацию по технической эксплуатации газобаллонных автомобилей / Э.Р. Раенбагина // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки. Материалы международной научно-практической конференции. – Омск: СибАДИ, 2014. – Кн. 1. – С. 273-276.
7. Певнев Н.Г., Раенбагина Э.Р. Организация поста слива газа при АТП // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 5. – С. 15-17.
8. Полез. модель 102244 РФ: МПК F 17 C 5/02. Пост слива сжиженного углеводородного газа из автомобильных баллонов на автотранспортном предприятии / Н.Г. Певнев, Э.Р. Раенбагина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО СибАДИ. – № 2010138767/06; заявл. 20.09.2010; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5.
9. Певнев Н.Г., Гурдин В.И., Раенбагина Э.Р. Исследование влияния параметров состояния сжиженного углеводородного газа на время слива газа из автомобильного баллона // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 2. – С. 30-36.
10. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): учеб. для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 598 с.

Эффективность применения ГМТ в сельском хозяйстве

Л.А. Гнедова, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
К.А. Гриценко, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
Н.А. Лапушкин, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
В.Б. Перетряхина, старший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Рассмотрены вопросы использования компримированного и сжиженного природного газа в качестве моторного топлива автотракторной техникой, особенности перевода двигателей на воспламенение газового топлива от электрической искры или запальной дозы дизельного топлива. Показаны основные характеристики разработанных газовых и газодизельных тракторов. Проведено сравнение использования компримированного и сжиженного природного газа на тракторах типа К-700. Приведены технико-экономические характеристики применения различных топлив на тракторах.

Ключевые слова:

природный газ, газобаллонное оборудование, передвижные автомобильные газовые заправщики, сельскохозяйственная техника.

Стимулирующими факторами применения газомоторного топлива (ГМТ) на автотракторной технике являются снижение затрат на топливо и возможность улучшения экологических показателей для удовлетворения перспективных норм выбросов вредных веществ. Для сельскохозяйственных и лесных тракторов существуют Европейские экологические нормативы в соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 96 (введены в 1995 г.), Директивой 97/68/ЕС (введена в 2002-2004 гг.), а также российские нормы в соответствии с ГОСТ 41.96–2011 «Единые предписания, касающиеся двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах и внедорожной технике, в отношении выброса вредных веществ этими двигателями».

Интенсивный рост цены на дизельное топливо (ДТ) в 5 раз за последние 5 лет и ориентация отечественной нефтяной промышленности на экспортные поставки обусловили увеличение доли затрат на нефтепродукты в производстве сельскохозяйственной продукции в 3,7-4,7 раза. Сложившаяся ситуация стимулирует работы по применению природного газа в сельском хозяйстве в качестве моторного топлива.

В себестоимости сельскохозяйственной продукции расходы на топливо составляют 30...40 %. Тракторы являются основным потребителем дизельного топлива в сельском хозяйстве. Использование в сельскохозяйственном производстве более дешевого альтернативного моторного топлива – природного газа – позволит существенно повысить коммерческую эффективность производства.

Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания, использующих природный газ, по наиболее вредным компонентам в 1,5-5 раз менее опасны, чем выхлопы двигателей, работающих на жидких моторных топливах (рис. 1).

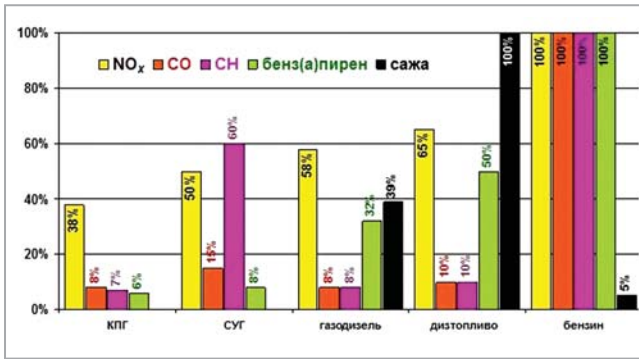


Рис. 1. Содержание токсичных компонентов в отработавших газах

Выполненные расчеты показывают высокую коммерческую эффективность переоборудования тракторов для работы на природном газе. Внутренняя норма доходности для различных тракторов составляет 5,7...22,4 % при норме дисконта 0,67 %, сроки окупаемости 5...19 мес.

В каждом хозяйстве, сельхозтехника которого подлежит переводу на природный газ, необходимо реализовать следующие мероприятия:

- сбор и обработка исходных данных о наличии, количестве и техническом состоянии переоборудуемой сельскохозяйственной техники;
- разработку оптимальной схемы заправки сельскохозяйственной техники природным газом;
- выполнение технико-экономического анализа эффективности перевода сельскохозяйственной техники на природный газ;
- работы по переоборудованию сельхозтехники, ее техническому обслуживанию и ремонту, подготовку персонала и т.д., а также поставку и монтаж газозаправочного оборудования, осуществляемые по хозяйственным договорам.

Переоборудование на ГМТ дизельных двигателей автотракторной техники проводится по следующим вариантам:

- для работы в газодизельном режиме;
- конвертация в монотопливные газодизельные двигатели с пониженной по сравнению с дизелями степени сжатия.

Ввиду ограниченной сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) преимущество имеют газодизельные двигатели, которые при необходимости переключаются на дизельный режим.

При гарантированной ежедневной заправке газом с использованием передвижных газовых заправщиков (ПАГЗ) более эффективна конвертация дизелей в монотопливные газовые двигатели при полном замещении дизельного топлива газовым.

Исходя из этого, при разработке технологий переоборудования тракторов для работы на ГМТ необходимо обеспечить:

- снижение затрат на топливо при выполнении комплекса работ;
- сохранение или улучшение нормируемых энергетических и экологических показателей;
- требуемую длительность работы на одной заправке газом;
- агрегатированность трактора с основным комплексом сельхозмашин;
- соответствие требованиям стандартов по безопасности труда и нормам воздействия движителей на почву;
- удобство проведения технического обслуживания;
- распределение массы тракторов по осям без ухудшения тягово-динамических показателей трактора и навесоспособности сельхозмашин;
- сохранение габаритов трактора в пределах нормируемых показателей;
- возможность использования аварийных мобилизационных люков и открывания окон кабины;
- возможность использования вала отбора мощности трактора для привода

активных рабочих органов мобильных и стационарных сельхозмашин.

Кроме того, у двигателя, работающего на компримированном природном газе (КПГ), необходимо сохранение всережимного регулирования частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При конвертации находящихся в эксплуатации дизельных двигателей в газоискровые применяются два способа подачи газа: центральная инжекторная или эжекторная подача газа во всасывающий тракт и распределенная по цилиндрам инжекторная подача газа перед впускным клапаном.

Технология конвертации дизеля в газовый двигатель включает:

- расточку камеры сгорания в поршне для снижения степени сжатия до 12 с учетом результатов исследований по влиянию геометрии камеры сгорания на энергетические, экономические и экологические показатели газового двигателя;
- доработку впускных коллекторов для установки дроссельных узлов и электромагнитных клапанов распределенной подачи газа;
- установку свечей и узлов системы зажигания, датчиков частоты вращения, отметки ВМТ (верхняя «мертвая» точка), фазы зажигания, дроссельного узла на впускном тракте, доработку газового коллектора.

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработаны опытные образцы газовых и газодизельных двигателей для широкой линейки тракторов, а также «Руководство по организации и проведению переоборудования тракторов для работы на компримированном природном газе».

На Ногинском заводе топливной аппаратуры подготовлено производство и выпущена опытная партия топливных насосов для газодизельных тракторов МТЗ, ЮМЗ и ЛТЗ. В настоящее время имеется техническая возможность перевода на КПГ базовых моделей тракторов и автомобилей, используемых

в сельском хозяйстве, а также разработана техническая документация на переоборудование тракторов К-701, К-700А, Т-150К, ДТ-75, МТЗ-80/82, ЮМЗ-6, ЛТЗ-55 для газодизельного режима работы.

Модификации тракторов прошли государственные приемочные испытания. Начато внедрение тракторов, работающих на КПГ, в Ставропольском крае, Саратовской, Рязанской, Пензенской и Екатеринбургской областях.

Технические показатели газодизельных тракторов в сравнении с базовыми дизельными приведены в табл. 1.

Данные таблицы показывают, что газодизельные тракторы отличаются от базовых увеличенной эксплуатационной массой за счет установки газобаллонной аппаратуры на 7... 9 % при установке стальных баллонов и на 4,6... 6,2 % при установке металлокомпозитных баллонов. Мощность у газодизельных двигателей регулируется на одинаковую с дизельным двигателем величину, исходя из соображений обеспечения надежности и ресурса, хотя у газодизельного двигателя имеется возможность получить повышение мощности на 20...30 % за счет внешнего смесеобразования по газовой составляющей топлива.

У тракторного газодизельного двигателя при обеспечении всережимного регулирования применяются механические и электронные системы регулирования подачи газа и запальной дозы дизельного топлива. Механические системы проще по конструкции и дешевле, электронные системы обеспечивают оптимальное регулирование топливоподачи во всем диапазоне мощностных показателей, минимальные расходы дизельного и газового топлива, регулируемую величину запальной дозы, лучшие экологические показатели, адаптивность по теплонпряженности деталей газодизеля.

Производительность тракторного агрегата при работе его двигателя в дизельном и газодизельном режимах

Таблица 1

Технические показатели газодизельных и базовых дизельных тракторов

Показатели	К-701		К-702А		Т-150К		МТЗ-82		ЮМЗ-6КЛ		ЛТЗ-55		ДТ-75	
	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный	Базовый	Газобал-лонный
Номинальное тяговое усилие, кН(т)	50(5)	50(5)	50(5)	50(5)	30(3)	14(1,4)	14(1,4)	14(1,4)	14(1,4)	9(0,9)	9(0,9)	9(0,9)	30(3)	30(3)
Номинальная эксплуатационная мощность двигателя, кВт	198,5	198,5	158	172	121,5	55,1	55,1	55,1	45	37	37	37	66	66
Эксплуатационная масса трактора с баллонами, кг	13500	-	12810	-	8135	3620	3620	-	3895	2900	2900	-	6350	-
Эксплуатационная масса трактора с баллонами, кг стальными	-	14700	-	14000	-	8725	-	-	-	-	-	-	-	6800
Эксплуатационная масса трактора с баллонами, кг металлопластиковыми	-	14340	-	13560	-	8590	-	3815	4070	-	-	3040	-	-
Диапазон скоростей, км/ч	1,89...33,4	1,89...33,4	1,89...33,4	1,89...33,4	3,36...31,0	1,89...33,4	1,89...33,4	1,89...33,4	2,1...24,5	1,82...30,0	1,82...30,0	1,82...30,0	0,8...12	0,8...12
Расход топлива при номинальной мощности в дизельном режиме, кг/ч	51,8	51,8	38,0	38,0	29,0	13,5	13,5	13,5	10,7	9,2	9,2	9,2	16,2	16,2
Расход топлива при номинальной мощности на газодизельном цикле	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расход топлива при номинальной мощности на газодизельном цикле дизельного, кг/ч	-	10	-	8,0	-	5,8	-	2,6	2,2	-	-	1,84	-	3,1
Расход топлива при номинальной мощности на газодизельном цикле природного газа, м ³ /ч	-	50,4	-	38,4	-	28,1	-	13,2	10,2	-	-	9,0	-	16
Длительность работы на одной заправке, ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Длительность работы на транспортных работах в том числе по газодизельному циклу на пахоте в том числе по газодизельному циклу	26	29,2	28,0	34,5	17,2	16,7	16,7	23,0	14,2	10	10	14,8	-	-
	-	10,5	-	13,0	-	-	-	10,5	-	-	-	9,5	-	-
	15	22	15	20,3	10,3	10	10	13,6	10	7,9	7,9	11,0	13,4	17,4
	-	7,0	-	7,0	-	-	-	4,6	-	-	-	4,5	-	6
Число газовых баллонов / вместимость одного баллона, л	-	18/50	-	18/50	-	-	-	4/51	-	-	-	3/51	-	7/50
Изготовитель газобаллонной аппаратуры	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	Рязанский завод автомобильной аппаратуры, АО «Автосистема»	АО «Автосистема»	АО «Автосистема»
Разработчики газобаллонной модификации трактора	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НЛПУМГ, ВИМ, АО «Автосистема», ППП «Дизельавтоматика»*	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»	ВНИИГАЗ, НАТИ, ВИМ, АО «НТЗА»

* Модификация тракторов с микропроцессорной системой регулирования подачи газа.

практически одинакова. Коэффициент замещения дизельного топлива газовым возрастает пропорционально коэффициенту загрузки двигателя, при загрузке двигателя на 93 % коэффициент замещения достигает 90 %.

Наиболее эффективно переоборудование на ГМТ самого мощного трактора К-701. Срок окупаемости зависит от стоимости переоборудования и составляет от 5 мес. Для трактора МТЗ-82 с установкой четырех дорожных металлокомпозитных баллонов с общей стоимостью переоборудования 67 тыс. руб. срок окупаемости составляет 12 мес.

Ряд заводов и фирм предлагает на рынке собственные разработки тракторов, переведенных на ГМТ. В первую очередь это концерн «Тракторные заводы».

В последнее время наметился переход на использование сельскохозяйственной техникой сжиженного природного газа

(СПГ). При одинаковой величине одно-разовой заправки применение СПГ по сравнению с КПГ обеспечивает следующие преимущества:

- габаритный объем баков для СПГ в 2,8-3,5 раза меньше габаритного объема секций газовых баллонов для КПГ;

- масса баллонов для КПГ в два (при металлопластиковых баллонах) и в пять раз (при стальных легированных баллонах) больше массы баков СПГ.

Для регазификации СПГ (перевод СПГ из жидкой фазы с температурой кипения $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ в газовую фазу) в бортовом теплообменнике в качестве теплоносителя используется охлаждающая жидкость системы охлаждения дизеля.

Отмеченные преимущества криогенной бортовой топливной системы подтверждены результатами испытаний образцов тракторов К-701 и МТЗ-82, работающих на СПГ (рис. 2, табл. 2).

Таблица 2

Сравнительные показатели применения КПГ и СПГ на тракторе К-700

Показатель	К-700	
	На КПГ	На СПГ
Тип базового двигателя	Дизель	
Способ воспламенения заряда	От сжатия запальной дозы топлива	
Число баллонов, ед.	18	1
Расход топлива жидкого, л/100 км газового, м ³ /100 км	15,6 49,3	15,6 49,3
Масса ГБО, кг	1 300	300
Вместимость газовых топливных систем, м ³	210	360
Запас хода на одной заправке, час	4,3	7,3
Стоимость, руб. комплекта газовой аппаратуры комплекта баллонов доработки топливного насоса монтажа ГБО	26 400 36 000 3 000 5 000	26 400 100 000 3 000 5 000
Стоимость переоборудования, всего, руб.	70 400	134 400



а



б

Рис. 2. Трактор К-700 на КПГ (а) и на СПГ (б)

Однако выполненные расчеты полной стоимости единицы работы трактора на различных топливах показывают, что без учета массогабаритных характеристик газобаллонного оборудования

преимущество имеет КПГ.

Сравнительные показатели работы трактора на различных топливах представлены в табл. 3 и на рис. 3 (в ценах на 01.01.2015 г.).

Таблица 3

Сравнительные показатели работы трактора на различных топливах

Наименование	ДТ	КПГ	СУГ	СПГ
Цена топлива, долл. США / кг	0,64	0,21	0,33	0,412
Стоимость единицы работы, долл./кВт·ч	0,13	0,042	0,0688	0,0824
Срок службы двигателя, час	40 000	50 000	48 000	50 000
Стоимость двигателя, долл.	7 000	7 700	7 000	8 000
Стоимость единицы работы двигателя, долл./кВт·ч	0,00132	0,00123	0,00114	0,00128
Стоимость ремонтов двигателя, долл./кВт·ч	0,00025	0,000208	0,000208	0,0004
Стоимость эксплуатации, долл./кВт·ч	0,0025	0,0025	0,0025	0,004
Полная стоимость единицы работы, долл./кВт·ч	0,13407	0,0459	0,0726	0,088

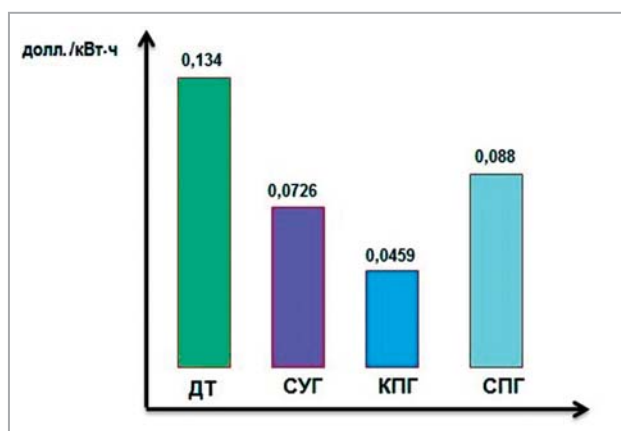


Рис. 3. Полная стоимость единицы работы

Особенность работы автотракторной техники обусловлена тем, что заправка тракторов ГМТ должна проводиться непосредственно в поле. По мере окончания запаса топлива тракторы выдвигаются на край поля и заправляются от подъехавших газовых заправщиков (рис. 4). Для этого необходима организация рядом с полями пунктов заправки, имеющих твердое покрытие и необходимые подъездные пути и оборудованных в соответствии с правилами пожарной безопасности СП 156.13130.2014

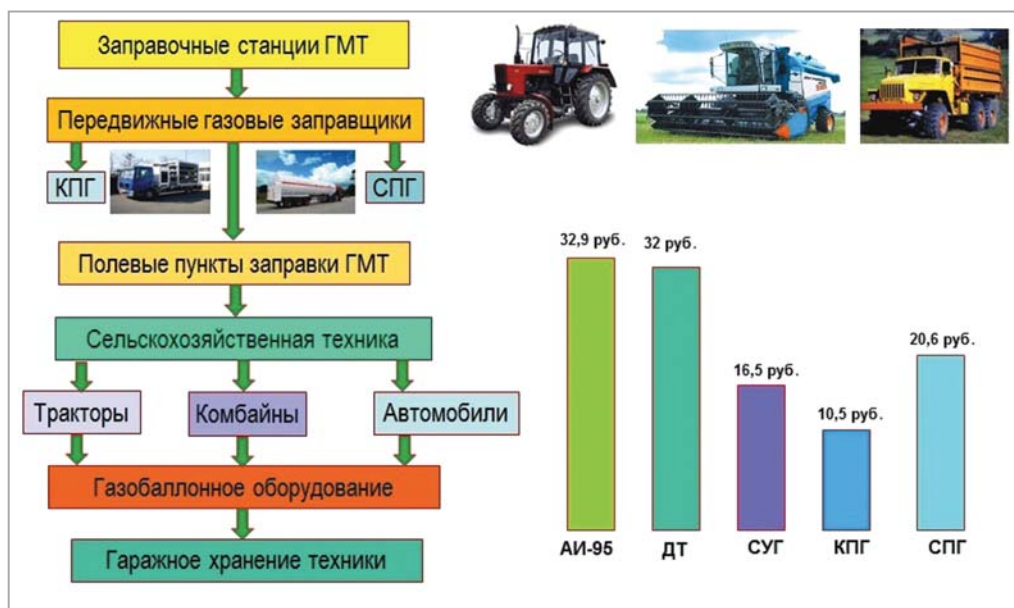


Рис. 4. Схема мобильной заправки сельскохозяйственной техники

«Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности».

Другая особенность заключается в том, что потребление топлива имеет резко выраженный сезонный характер, поэтому наиболее сложной задачей при переводе сельскохозяйственной техники на ГМТ является создание системы четкого и стабильного снабжения техники топливом.

ПАГЗ представляет собой транспортное средство (тягач и полуприцеп), на доработанном шасси которого смонтировано газовое оборудование, включающее блок сосудов, блок управления, газовую арматуру и трубопроводы, дополнительное оборудование (средства пожаротушения, ограждение заднего бампера, защитный кожух блока управления). В РФ выпускаются ПАГЗ (рис. 5а,б)

для КПГ на базе тягачей различных марок. ПАГЗ оснащаются как отечественными, так и импортными баллонами различной вместимости. В настоящее время получили применение ПАГЗ с рабочим давлением 25 и 32 МПа.

Коэффициент опорожнения баллонов ПАГЗ определяет эффективность его использования. Отбор газа может производиться как путем использования перепада давления (бескомпрессорная заправка), так и с помощью размещенной непосредственно на ПАГЗ компрессорной установки.

При бескомпрессорной заправке коэффициент опорожнения достигает 68 %, при использовании дожимного компрессора – до 95 %.



а



б

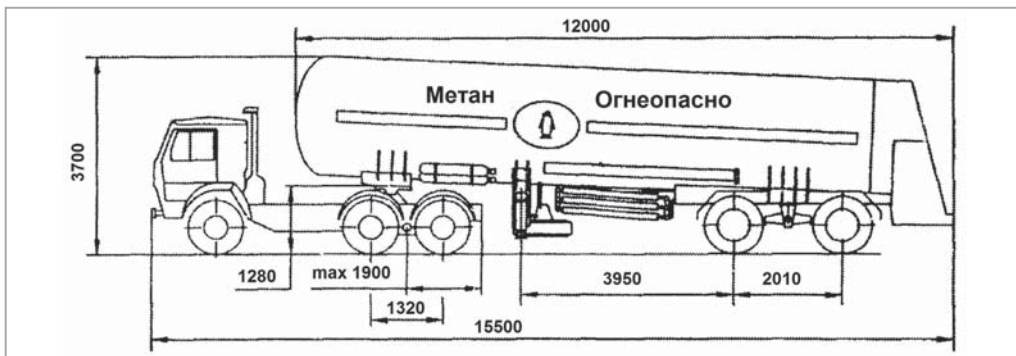
Рис. 5. ПАГЗ-1900-25-4-М1 (а) и ПАГЗ-5000-25 (б)

Однако при заданной грузоподъемности ПАГЗ установка компрессора требует соответствующего уменьшения массы баллонов и, как следствие, уменьшения количества перевозимого КПП. Если допустить увеличение времени заправки потребителя, то компрессор может быть небольшим по габаритам. Именно по такому пути и пошел ряд разработчиков ПАГЗ. На ПАГЗ может использоваться небольшой (до 90 м³/ч) двухступенчатый компрессор разработки ООО «Компрессор» (г. Пенза).

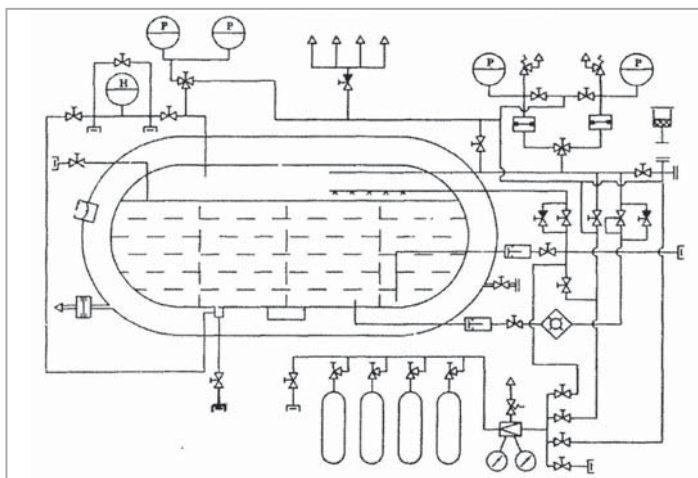
Основной недостаток технологии применения КПП – сложность его доставки к тракторам по грунтовым дорогам, в первую очередь, из-за большой массы ПАГЗ и относительно небольшой его вместимости. Поэтому как альтернатива компрессорной может быть

рассмотрена криогенно-компрессорная технология, суть которой заключается в том, что природный газ сжимается на газораспределительной станции (ГРС) за счет срабатывания перепада давления. В автоцистернах СПГ доставляется потребителю, переливается в передвижные регазификаторы, где регазифицированный газ сжимается насосами до 20 МПа. Регазификаторы передвигаются по полям и заправляют тракторную технику КПП аналогично ПАГЗ.

Для реализации криогенно-компрессорной технологии необходимы установка для сжижения природного газа на ГРС или АГНКС и передвижной криогенный регазификатор. Для транспортировки СПГ используются серийные криогенные автоцистерны (рис. 6).



а



б

Рис. 6. Криогенная автоцистерна ЦТП-25/0,6:

а – общий вид; б – принципиальная пневмогидравлическая схема

Технические характеристики цистерны ЦТП-25/0,6

Вместимость, м ³	25
Рабочее давление, МПа.....	0,6
Масса перевозимого продукта, кг.....	9 000
Масса порожней цистерны, кг	
без тягача.....	16 600
с тягачом.....	23 700
Базовый тягач.....	КАМАЗ-54112
Нагрузка, передаваемая полностью заправленной цистерной, кг	
на дорогу от тележки цистерны.....	16 500
на седельное устройство тягача.....	9 500
Нагрузка на сцепное устройство, кг.....	15 500
Время бездренажного хранения, сут, не менее.....	5

При сравнении средств доставки ГМТ в компримированном и сжиженном состоянии до потребителя по технико-стоимостным показателям доставка ГМТ в виде СПГ оказывается предпочтительней (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительные характеристики средств транспортировки КПП и СПГ

Средства транспортировки	ПАГЗ 5000-25	ПАГЗ 2500-25	ЦТП- 16/1,6	ЗПП- 8/0,25
	КПП		СПГ	
Количество газа в баллонах, м ³	5000	2700	8700	4300
Максимальное давление, МПа	25	25	1,6	0,25
Общее количество газа, заправляемого потребителю, м ³	3100	1600	8700	4300
Объем одной заправки, м ³	160	160	320	320
Количество заправок от одной установки	19	9	26	1
Количество одновременно заправляемых потребителей	3	2	5	2,5
Время заправки потребителя, мин	12	12	12	12
Стоимость, тыс. руб.	4500	3600	2900	1300

Может быть рассмотрена возможность использования стандартного криогенного резервуара меньшей стоимости с СПГ на борту трактора вместо передвижного криогенного регазификатора. Это позволит по сравнению с использованием КПП увеличить длительность работы трактора на одной заправке и уменьшить массу топливной системы, соответственно снизив нагрузку трактора на почву.

Однако использование СПГ имеет и некоторые недостатки:

- эксплуатация транспорта на СПГ более сложна, чем на КПП, из-за испаряемости СПГ и ограниченного срока его хранения на борту транспорта, поэтому работа с СПГ предъявляет более высокие требования к техническому уровню обслуживающего персонала;

- стоимость переоборудования транспорта на СПГ примерно вдвое дороже.

Для формирования рынка сбыта ГМТ в сельском хозяйстве необходимо составить долгосрочные программы, включающие следующие мероприятия:

- разработку методов стимулирования предприятий, использующих природный газ в качестве моторного топлива, включая налоговые и др. льготы на региональном уровне;

- включение газозаправочного оборудования в государственный реестр сельскохозяйственной техники и оборудования для реализации производителям сельскохозяйственной продукции на условиях финансовой аренды (лизинг);

- включение оборудования для использования природного газа в качестве моторного топлива в перечень оборудования, приобретение которого субсидируется из федерального бюджета;

- разработку нормативно-правовых и методических документов по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива для обеспечения нормативно-правовой базы перевода сельхозтехники на природный газ;

- модернизацию существующей сети АГНКС и ее дальнейшее развитие в субъектах Российской Федерации.

Для оценки эффективности инвестиций в реализацию переоборудования сельскохозяйственной техники на ГМТ, осуществляемого в рамках региональных программ, предлагается алгоритм, использующий метод «денежных потоков» [1] и учитывающий следующие показатели:

- стоимость комплекта газоиспользующего оборудования и работ по его установке;

- экономию от замещения традиционного топлива на ГМТ;

- амортизационные отчисления;

- затраты на эксплуатацию и ремонт газоиспользующего оборудования;

- накладные расходы, а также налоги на прибыль и имущество.

Использование метода «денежных потоков» дает представление о формировании объемов экономии во времени в денежном выражении.

Литература

1. Малёнкина И.Ф., Ровнер Г.М., Мкртчян Я.С. Система обеспечения эффективного развития и эксплуатации сети метановых автозаправочных станций. – М.: «Нефть и газ» РГУ им. И.М. Губкина, 2005. – 272 с.

Об основных направлениях развития мировой транспортной системы и логистики

С.А. Владимиров, профессор Северо-Западного института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), д.э.н.

В статье обоснованы главные направления развития мировой и отечественной транспортных систем. Основанием послужили опыт развитых стран и стратегия развития отечественного транспорта.

Ключевые слова:

стратегия, транспорт, конкуренция, инновации, макроэкономика, качество, политика, эффективность.

Транспорт – это третья ведущая отрасль материального производства. Он обеспечивает производственные связи промышленности и сельского хозяйства, осуществляет перевозки грузов и пассажиров, является основой географического разделения труда, способствуя специализации и кооперированию предприятий, отраслей, районов и стран. Без транспорта было бы невозможно преодоление территориального разрыва между производством и потреблением товаров и услуг [1]. Транспорт подразделяют на сухопутный (железнодорожный и автомобильный), водный (морской и речной), воздушный, трубопроводный и электронный (линии электропередачи).

Автомобильный транспорт с середины XX в. стал ведущим среди видов сухопутного транспорта. Протяжённость его сети растёт и достигла в настоящее время 27,8 млн км, причём около половины приходится на США, Индию, Россию, Японию, Китай. По уровню автомобилизации в мире лидируют США

и страны Западной Европы. Автомобильному транспорту принадлежит также первенство в объёме пассажирских перевозок – 82 % мирового объёма.

Железнодорожный транспорт уступает автомобильному по объёму перевозимых грузов (9 % мирового объёма), но по-прежнему остаётся важным видом сухопутного транспорта. Мировая железнодорожная сеть в целом сложилась ещё в начале XX в., ее протяжённость сейчас составляет 13,2 млн км при значительной неравномерности размещения. Хотя железные дороги имеются в 140 странах мира, более половины их общей длины приходится на первую десятку стран: США, Россию, Канаду, Индию, Китай, Австралию, Аргентину, Францию, ФРГ и Бразилию. Особенно по густоте сети выделяются страны Европы. Но наряду с этим имеются огромные пространства, где железнодорожная сеть очень редка или отсутствует.

Трубопроводный транспорт активно развивается благодаря быстрому

росту добычи нефти и природного газа и территориальному разрыву, который существует между главными районами их добычи и потребления. Трубопроводный транспорт составляет 11 % объёма мирового грузооборота при протяжённости сетей более 2,0 млн км.

Водный транспорт прежде всего характеризуется значительной ролью морского транспорта. На него приходится 62 % мирового грузооборота, он также обслуживает около 80 % всей международной торговли. Именно благодаря развитию морского транспорта океан уже не разделяет, а соединяет страны и континенты. Общая протяжённость морских трасс составляет миллионы километров.

Морские суда транспортируют главным образом массовые грузы – нефть, нефтепродукты, уголь, руду, зерно и другие, причём обычно на расстояние 8...10 тыс. км. Интенсивно растет число перевозок и так называемых генеральных грузов – готовых изделий и полуфабрикатов. Морские перевозки обеспечиваются морским торговым флотом, общий тоннаж которого превышает 456 млн т. Первенство в мировом судоходстве принадлежит Атлантическому океану, второе место по размерам морских перевозок занимает Тихий океан, третье – Индийский. Очень большое влияние на географию морского транспорта оказывают международные морские каналы (особенно Суэцкий и Панамский) и морские проливы (Ла-Манш, Гибралтарский и др.).

Внутренний водный транспорт – старейший вид транспорта. Сейчас он занимает по длине сети последнее место в мировой транспортной системе. Развитие и распределение внутреннего водного транспорта в первую очередь связано с природными условиями – наличием рек и озёр, пригодных для судоходства. Амазонка, Миссисипи, Волга,

Обь, Енисей, Янцзы, Конго имеют пропускную способность больше, чем самые мощные железнодорожные магистрали. Но использование этих возможностей зависит от общего уровня экономического развития. Поэтому по грузообороту внутренних водных путей в мире выделяются США, Россия, Канада, ФРГ, Нидерланды, Бельгия, а также Китай. Большое значение в некоторых странах имеют также судоходство по искусственным путям и озёрное судоходство.

Воздушный транспорт играет важную роль в международных пассажирских перевозках, поскольку этот вид транспорта наиболее скоростной, но при этом и достаточно дорогостоящий. Его преимущества, кроме скорости, – качество поставок, географическая мобильность, позволяющая легко расширять и менять трассы. Сеть регулярных авиалиний теперь опоясывает весь земной шар, протягиваясь на миллионы километров. Её опорные точки – более 5 тыс. аэропортов. Главные воздушные державы мира – США, Россия, Япония, Великобритания, Франция, Канада, ФРГ.

Мировая транспортная система

Все пути сообщения, транспортные предприятия и транспортные средства в совокупности образуют мировую транспортную систему. Она сформировалась в XX в. и испытывает на себе сильное воздействие научно-технической революции (НТР), что выражается в «разделении труда» между отдельными видами транспорта, увеличении пропускной способности транспортных путей, появлении принципиально новых транспортных средств, например, сверхскоростных поездов на воздушной подушке.

Объём и структура транспортных

перевозок, как правило, отражают уровень и структуру экономики, а география транспортной сети и грузопотоков – размещение производительных сил. Количественными показателями транспортной системы являются: протяжённость путей сообщения, численность занятых, грузо- и пассажирооборот. Это относится к мировой транспортной сети, общая протяжённость которой превышает 50 млн км, и к транспортным средствам. Перевозки грузов по железным дорогам осуществляют более 210 тыс. локомотивов и миллионы железнодорожных вагонов, по автодорогам – свыше триллиона автомобилей, по морским трассам – более 90 тыс. судов, а по воздушным – более 30 тыс. рейсовых самолетов. Общая грузоподъёмность всех перевозочных средств мирового транспорта уже превысила 2,0 млрд т, ежегодно транспортом перевозится свыше 110 млрд т грузов и более триллиона пассажиров. Численность занятых на транспорте превышает 100 млн человек (что можно сравнить со всем населением, например, Филиппин).

Основные параметры мировой транспортной системы

Изменение транспортёмкости мирового хозяйства характеризуется известной устойчивостью за послевоенный период (после второй мировой войны). И суммарный грузооборот, и общий пассажирооборот росли примерно такими же темпами (с некоторым отставанием), как и общий валовой продукт, рассчитанный в неизменных ценах. За этот период удельный мировой грузооборот на 1 т произведённой продукции вырос на треть, а душевой грузооборот и мобильная подвижность населения выросли в 3,5-4 раза.

Общая протяжённость транспортной сети по видам путей сообщения

в последние десятилетия существенно стабилизировалась, в то же время происходит значительное качественное изменение её: растёт протяжённость электрифицированных и скоростных железных дорог, автомагистралей с усовершенствованным покрытием, трубопроводов крупного диаметра. Данные о перевозках показывают масштабность выполняемой транспортной работы: душевой оборот за 40 лет вырос с 3,0 тыс. до 3,4 тыс. пассажиро-километров. Можно отметить возросшую динамику развития перевозок – объём перевозочной работы увеличился более чем в 7 раз, а к 2020 г. вырастет ещё в 1,2-1,3 раза.

В мировом грузообороте резко выделяется морской транспорт, доля которого постепенно возрастала (и до сих пор почти не снижается) с 52 до 62 %. То же можно сказать и о доле в пассажирообороте легкового автомобильного индивидуального транспорта – с 57 до 60 %. Происходит интенсивное изменение структуры перевозок между отдельными видами транспорта. Так, в грузообороте соотношение между железнодорожным и его главным конкурентом автомобильным транспортом изменилось с 4:1 до 1,2:1 с последующим ростом доли автотранспорта. Доля трубопроводов выросла с 4,2 до 12,8 %. В пассажирообороте воздушный транспорт приблизился к уровню железнодорожного – 10,2%, а к 2020 г. должен превысить его.

Огромное влияние на развитие всех видов транспорта оказала так называемая «контейнерная революция», в результате которой транспортировка грузов осуществляется в специальных металлических ёмкостях – контейнерах. Появились также новые транспортные средства – контейнеровозы и специальные перегрузочные станции – терминалы. Это позволило

повысить производительность труда на транспорте в 7-12 раз.

Мировая транспортная система неоднородна, и в ней можно выделить транспортные системы экономически развитых и развивающихся стран, а также несколько региональных неоднородных транспортных систем: Северной Америки, Западной Европы, стран СНГ, Азии, Латинской Америки, Австралии. При этом длина транспортных сетей развитых стран составляет 81 % общей длины мировой сети, на них приходится 78 % мирового грузооборота и примерно 80 % стоимости, а их доля в мировом пассажирообороте ещё выше.

Густота транспортной сети, в наибольшей мере характеризующая обеспеченность ею, в большинстве развитых стран составляет 50...60 км на 100 км² территории, а в развивающихся – 5...10 км. В экономически развитых странах сосредоточено более 80 % мирового автомобильного парка, в них находится почти две трети всех портов мира, выполняется 75 % мирового грузооборота. Для этой транспортной подсистемы характерен также высокий технический уровень.

С момента зарождения транспорт оказывал сильное влияние на окружающую среду. Главным загрязнителем атмосферы является автомобильный, воздушный и железнодорожный транспорт. Эти виды транспорта создают также «шумовое загрязнение» и требуют больших площадей для сооружения магистралей, заправочных станций, стоянок, вокзалов и т.д. (за исключением воздушного). Водный транспорт служит источником загрязнения нефтью главным образом океанов и внутренних вод.

Современные процессы урбанизации находятся в сложной зависимости от развития городских и пригородных пассажирских сообщений. За последние

25 лет процесс субурбанизации привёл к сокращению доли поездок в центры городов из пригородов США с 35 до 10 %. По странам Европейского Союза в среднем 50 % перемещений в городах совершается в легковых автомобилях, 12 % – пешком, 20 % – автобусом, трамваем, метрополитеном, 15 % – на велосипедах и мопедах, 3 % – на городской железной дороге. По подсчетам специалистов, развитие средств информатики и связи снижает потребность в деловых поездках на 20...25 %, а в бытовых – даже на 50 %.

Особую часть мировой транспортной системы составляют транспортные коридоры и узлы. В систему международных транспортных коридоров входят также экспортные и транзитные магистральные трубопроводы. Создававшиеся в конце прошлого века и проходящие через территории многих стран транспортные коридоры объединяют сразу несколько видов транспорта. Из совокупности маршрутов они превратились в систему управляющих центров и транспортных узлов, которые постепенно приобрели функции управления тарифной политикой.

Важной перспективной тенденцией является сращивание транспортных и экспедиционно-распределительных предприятий. В узлах, обеспеченных надежными и скоростными транспортными связями (воздушные и морские контейнерные линии), создаются крупные специализированные транспортно-распределительные центры международного значения (Париж, Марсель, Франкфурт-на-Майне, Мюнхен и др.). В транспортной системе узлы имеют функцию регулирующих клапанов. Сбой в работе одного такого клапана может привести к проблемам для всей системы. Крупные транспортные узлы всегда являются крупными городами, потому что притягивают торговлю,

предоставляют много рабочих мест, здесь удобно развивать промышленность. Очень многие города возникли на пересечении наземных или водных путей, то есть как транспортные узлы.

Крупнейший транспортный узел России – Москва. Здесь пересекаются пути пяти видов транспорта: в Москве сходятся 11 железнодорожных лучей, 15 автомагистралей, 5 газопроводов и 3 нефтепровода; здесь есть три речных порта, пять аэропортов и девять вокзалов. Самый крупный транспортный узел страны на Дальнем Востоке – Владивосток, где кончается Транссибирская железная дорога и начинаются многие морские пути. Некоторые города выполняют роль не грузовых, а пассажирских транспортных узлов (например, Симферополь в Крыму), куда прибывают многочисленные туристы, пересаживающиеся там на транспорт, доставляющий их в города крымского побережья.

Научно-техническая революция оказала большое воздействие на «разделение труда» между отдельными видами транспорта. В мировом пассажирообороте внеконкурентное первое место (около 80 %) теперь принадлежит автомобильному транспорту, а в грузообороте – морскому транспорту (почти две трети). Характерным результатом научно-технической революции на мировых транспортных рынках является постоянный рост конкурентоспособности различных видов транспорта, усиление потенциальной возможности их взаимозаменяемости, развитие интермодальных сообщений. Наиболее острой конкуренции на транспортных рынках подвержены сухопутные виды транспорта – железнодорожный, автомобильный, трубопроводный, а также речной – особенно в тех случаях, когда они обеспечивают доставку грузов до морских портов. Проходящая параллельно с научно-технической революцией

монополизация транспортных средств только обостряет конкуренцию.

Воздействие государства на развитие и функционирование транспорта

Транспорт широко используется как орудие региональной политики. В условиях избыточности и противоречивости развития транспорта усиливаются протекционистские и дискриминационные, экономические, фискальные и правовые меры государства, направленные на смягчение конкуренции и защиту национальных транспортных компаний. Усиливается использование транспортных средств для расширения «невидимого» экспорта (перевозки грузов иностранных фрахтователей и т.д.). Дерегулирование воздушного транспорта в США, появление чартерных авиакомпаний-аутсайдеров обостряют конкуренцию на воздушном фрахтовом рынке, ведут к снижению коммерческой загрузки самолетов. «Война флагов», политика попустительства по отношению к флагам «удобных» стран вызывают дезорганизацию фрахтового рынка, ведут к недогрузке тоннажа. Из 690 млн т дедвейта мирового флота около 180 млн избыточны (из них 80 млн т – на приколе), даже суда-контейнеровозы используются лишь на 60...65 %.

Ужесточение природоохранных предписаний и мер значительно усиливает избыточность транспортных мощностей и делает дороже транспортный процесс. С учетом дороговизны земли более 10 млн т танкерного тоннажа используется в качестве плавучих нефтяных ёмкостей-складов в прибрежных водах ряда стран (например, Япония). Используются танкеры и в качестве зернохранилищ в акваториях портов развивающихся стран в связи с тем, что складское хозяйство их портов

не подготовлено к столь быстрому росту ввоза зерна.

Взаимодействие и переплетение этих факторов вызывает сложное противоречивое развитие всей мировой транспортной системы. С одной стороны, общая тенденция – ускорение транспортного процесса (скоростные железные дороги, контейнерные сообщения, быстроходные специализированные суда), с другой – снижение ходовых скоростей судов, чтобы ослабить негативное влияние недозагрузки, а также снижение скоростей и на других видах транспорта с целью уменьшения энергозатрат. Противоречивые и взаимодополняющие тенденции – это формирование мощных полимагистралей, транспортных коридоров для повышения эффективности транспортного процесса, дисперсия транспортных потоков, строительство сравнительно мелких высокоспециализированных транспортных средств, контейнеров с четкой «адресностью» назначения, развитие фидерных путей сообщения, обеспечивающих подвоз–развоз.

Обостряются противоречия между развитием подвижного состава и постоянных портовых устройств, линейными и узловыми элементами системы. Возможности портов обычно отстают от перевозок, образуются иерархические системы портов с целью концентрации капиталовложений, при этом усиливается конкуренция между ними. Возникают диспропорции между портами стран-отправителей и портами стран-получателей. Отсюда – усиление стремления избежать портовых устройств, организовать бесперегрузочные системы (суда «река–море», баржевозы, паромы, накатные суда и т.д.). Крупной проблемой мирового значения оставалось до последнего времени отсутствие глубоководных портов на Атлантическом побережье США (порты

принимали суда до 70 тыс. т). Далеко идущие последствия вызывает то обстоятельство, что доля развивающихся стран в мировом морском тоннаже составляет всего 25 %, тогда как в мировом отправлении грузов – более 50 %.

Одна из причин избыточности транспортных мощностей – обострение конкуренции между железнодорожным и автомобильным транспортом (в США затраты у автотранспорта 60 %, тогда как доля в грузообороте 26 %, а доля в энергопотреблении транспорта 85 %). От «перехвата» грузов автомобильным транспортом, связанным с вторжением его в сферу железных дорог, экономика США теряет, по некоторым подсчетам, около 2 млрд долл. в год.

Стоимостные характеристики перевозок любой продукции (транспортный тариф) отражаются непосредственно на её конечной цене, прибавляются к затратам на производство, влияют на конкурентоспособность продукции и зону её сбыта. Стоимость перевозок в пассажирском сообщении ограничивает возможности для поездок населения, а во многих случаях для части населения с невысокими доходами делает эти поездки недоступными. Удешевление пассажирского сообщения, смягчающее эти ограничения, имеет не только большое социальное, но и экономическое значение. Городской транспорт субсидируется в основном государством, региональными и местными органами власти. Однако их участие в этом различно. В одних странах государственные инвестиции обеспечивают всю сумму единовременных и текущих затрат (Бельгия, Голландия), в других они практически не используются (Канада, Дания, Великобритания).

Эти типичные для современной и перспективной транспортной ситуации тенденции и процессы, тесно взаимодействующие с мировым развитием,

требуют тщательного исследования. Между тем общий уровень изученности мирового транспорта как системы стал снижаться.

Транспортная система России

В Российской Федерации, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Транспортные коммуникации объединяют все районы страны, что является необходимым условием её территориальной целостности, единства экономического пространства. Они связывают страну с мировым сообществом, являясь материальной основой обеспечения внешнеэкономических связей России и её интеграции в глобальную экономическую систему. О месте и значении транспорта свидетельствуют его значительный удельный вес в основных производственных фондах страны (в 2012 г. 29 %), существенная доля транспортных услуг в валовом внутреннем продукте (в 2013 г. 9 %) и инвестициях на развитие отраслей экономики (в 2013 г. 11,4 %), численность занятых в этой сфере работников (в 2013 г. 6,8 %), а также доля в потреблении энергоресурсов, металла и ряд других важных показателей, характеризующих экономику страны.

Все эти обстоятельства позволяют отнести транспорт к числу приоритетных отраслей экономики.

В настоящее время российская экономика оказалась перед системным вызовом, характер и качество которого определяются сочетанием трех фундаментальных факторов. Первый фактор – усиление глобальной конкуренции, второй – возрастание роли «человеческого» капитала в социально-экономическом развитии, третий – исчерпание источников топливного и сырьевого

экспорта. Одновременно в России появились существенные ограничения роста экономики, обусловленные недостаточным развитием транспортной системы. Сегодняшние объемные и качественные характеристики транспорта, особенно его инфраструктуры, не позволяют в полной мере и эффективно решать задачи растущей экономики.

Основные общесистемные проблемы развития транспортной отрасли РФ состоят в следующем: наличие территориальных и структурных диспропорций в развитии транспортной инфраструктуры; недостаточный уровень доступности транспортных услуг для населения, мобильности трудовых ресурсов; недостаточное качество транспортных услуг; низкий уровень экспорта транспортных услуг, в том числе использования транзитного потенциала; невысокий уровень транспортной безопасности; усиление негативного влияния транспорта на экологию.

Еще одной важной проблемой является недостаточный уровень конкурентоспособности отечественных компаний и всей транспортной системы России в целом на мировом рынке транспортных услуг. Это обусловлено как перечисленными проблемами, так и неготовностью отечественных транспортных организаций конкурировать на мировом рынке, в том числе эффективно использовать геополитические преимущества России при транзитных международных перевозках. Технические и технологические параметры международных транспортных коридоров нашей страны не обеспечивают их конкурентоспособность на международном рынке. Интеграция в мировой и региональные рынки транспортных услуг будет означать усиление конкуренции, расширение доступа на российский рынок зарубежных перевозчиков, снятие административных и тарифных

барьеров, она приведет к осложнению положения отечественных транспортных компаний.

Основные направления развития мировой транспортной системы

Анализ мировых тенденций развития транспорта показывает, что ни одна страна не способна контролировать риски собственной экономики, не имея сильных транспортных позиций. Мировые тенденции в развитии транспорта свидетельствуют, что закончен период протекции по отношению к видам транспорта и перевозчикам. На современном этапе мировая транспортная система характеризуется большой зависимостью от информационных технологий и развивается по следующим направлениям: увеличение пропускной способности транспортных путей; повышение безопасности движения; появление принципиально новых транспортных средств; увеличение вместимости и грузоподъемности транспортных средств, скорости передвижения, ритмичности и экологичности функционирования транспортной системы. Новые требования клиентуры к качеству транспортного обслуживания отодвигают затраты на второй план.

Усилия большинства стран направлены на повышение конкурентоспособности национального транспорта и отказ от системы квот, а также от тарифных и других ограничений. Их заменяет гармонизация транспортного законодательства. Рынок транспортных услуг стал усложняться, все сегменты транспортного процесса и логистики стали интегрироваться. Как естественный результат – развитие транспортной инфраструктуры нового типа: транспортно-складские и товаротранспортные комплексы, которые образовали объединенную систему взаимодействия;

транспортные центры стали управляющими элементами системы, что позволило оптимизировать тарифы.

Это привело к переходу прибыльности из процессов физической перевозки в область транспортно-логистических услуг. На этом фоне усиливаются требования к экологичности транспорта. Отсюда стремление поддерживать приемлемую долю транспортной составляющей в цене конечной продукции при соблюдении жестких норм по экологии и безопасности.

В долгосрочной перспективе в странах с рыночной экономикой ожидается дальнейшее развитие научно-технического прогресса на транспорте. Структура сети путей сообщения претерпит существенные изменения. Научно-технический прогресс на транспорте позволит существенно улучшить его экономические показатели, повысить качество обслуживания клиентуры и безопасность движения. На транспорте намечаются широкое использование маркетинга, изучение спроса, введение учёта потребностей, применение моделирования и т.д. Ожидается освоение на всей сети путей сообщения компьютерной системы Райлинка, соединяющей между собой в настоящее время железные дороги, клиентов и банки, или другой аналогичной ей системы, что позволит включить транспорт в сеть коммерческих обменов. Протяженность малодеятельных и нерентабельных железнодорожных линий, а также участков будет сокращаться. В то же время предполагается сооружение новых, в основном скоростных, линий. Предстоит также продолжить работу по обеспечению совместимости информационных систем, чтобы связать между собой национальные компьютерные сети.

Существенные изменения произойдут в парке транспортных средств. Их численность несколько возрастет,



и заметно увеличится доля прогрессивных видов тяги. Повысится доля специализированного подвижного состава, его грузоподъемность и удельная мощность. Современными учеными и изобретателями разработан инновационный транспорт, поражающий воображение. Представьте, что более чем миллиард автомобилей, которые путешествуют по всему миру и потребляют триллионы долларов в виде материальных ресурсов и топлива, работают в течение 100 лет только на 8 граммах топлива каждая! Причем без выбросов. В США разрабатывается новый тип автомобильных двигателей, основанных на использовании в качестве топлива одного из самых плотных материалов, известных в природе, – тория, имеющего огромный потенциал производства теплоты путем использования лазерных нанотехнологий.

Безусловно перспективными инновационными транспортными средствами являются дирижабли, подводные круизные и грузовые корабли (особенно для Арктики), струнный транспорт (подобный канатным дорогам), частные космические аппараты вплоть до туров на Луну и Марс [2].

Новая стратегия транспорта России

При переходе к интенсивному инновационному социально ориентированному типу развития Россия стремится стать одним из лидеров глобальной экономики, что требует активной позиции государства по созданию условий для повышения качества транспортных услуг, конкурентоспособности отечественной транспортной системы и уровня жизни населения через доступ к безопасным и качественным транспортным услугам, снижения совокупных издержек общества, зависящих от транспорта, усиления инновационной,

социальной и экологической направленности развития транспортной отрасли, превращения географических особенностей России в её конкурентное преимущество [3]. В этих условиях формирование стратегических направлений развития отечественного транспорта должно осуществляться на базе всестороннего анализа современного состояния и проблем транспортной системы в тесной взаимосвязи с общими направлениями и масштабами социально-экономического развития страны, а также с глобальными общемировыми стратегическими тенденциями в экономике.

Новая редакция Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства от 11.06.2014 г. №1032-р, разработана с учётом Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г., Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г., Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 г. и на дальнейшую перспективу, Стратегии развития транспортного машиностроения Российской Федерации в 2007-2010 гг. и на период до 2015 г., Стратегии развития авиационной промышленности на период до 2015 г., Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. и других отраслевых стратегий в сфере промышленности, энергетики, лесного комплекса и сельского хозяйства, стратегий социально-экономического развития регионов России. Оптимальным уровнем для увязки стратегии развития транспортной системы с региональными приоритетами признан уровень федерального округа.

Цели современной Транспортной стратегии России:

- формирование единого транспортного пространства России на базе транспортно-экономического баланса страны, предусматривающего гармоничное опережающее развитие эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение движения потоков пассажиров, товародвижения, снижение транспортных издержек в экономике, рост предпринимательской и деловой активности, непосредственно влияющей на качество жизни и уровень социальной активности населения;

- обеспечение доступности, необходимого объёма и конкурентоспособности транспортных услуг для грузовладельцев в соответствии с потребностями инновационного развития экономики страны;

- обеспечение доступности и качества транспортных услуг для населения в соответствии с социальными стандартами;

- удовлетворение в полном объёме растущих потребностей населения по передвижению, отсутствие дефицита мощностей, высокая пропускная способность и техническая оснащённость транспортной инфраструктуры, ликвидация ограничений на развитие существующих и освоение новых территорий, а также повышение ценовой доступности социально значимых услуг транспорта;

- интеграция в мировое транспортное пространство, реализация транзитного потенциала страны, формирование в России транспортной инфраструктуры мирового уровня и превращение экспорта транспортных услуг в один из крупнейших источников доходов страны;

- повышение уровня безопасности, устойчивости транспортной системы и мобилизационной готовности, обеспечение эффективной работы аварийно-спасательных служб, гражданской обороны, подразделений специальных

служб, создание необходимых условий для соответствующего уровня общенациональной безопасности и снижения террористических рисков;

- снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду.

Развитие транспортной инфраструктуры играет ключевую роль в реализации транспортной стратегии. Основными направлениями в развитии инфраструктуры отдельных видов транспорта являются следующие:

- для железнодорожного транспорта – развитие скоростного (160...200 км/ч) и высокоскоростного (250...350 км/ч) пассажирского движения;

- для автодорожной инфраструктуры – достижение соответствия между спросом и предложением пропускной способности дорожной сети в условиях роста парка транспортных средств, исходя из перспективного уровня автомобилизации страны, который предполагает около 80 автомобилей на 100 домохозяйств (300 автомобилей на 1000 жителей);

- для воздушного транспорта – создание систем охраны контура аэродромов и посадочных глиссад;

- для морского транспорта – внедрение систем автоматизированной проводки судов с использованием спутниковых навигационных систем и созданием электронных карт внутренних водных путей;

- для трубопроводного транспорта – развитие трубопроводной транспортной инфраструктуры в восточных регионах страны в соответствии с приоритетами обеспечения надёжного газоснабжения российских потребителей и диверсификации экспорта энергоносителей с учётом требований законодательства по охране природы (увеличение пропускной способности Балтийской трубопроводной системы

до 62 млн т нефти в год позволит увеличить возможности России по экспорту нефти независимо от других стран [4]).

Исходя из прогнозов возможных тенденций подъёма российской экономики и преобразования социальной сферы можно предложить следующие сценарные варианты будущего развития транспортной системы страны: инерционный, энергосырьевой и инновационный.

Инновационный тип экономического роста выдвигает новые требования к транспорту и основным параметрам его развития с учётом следующих обстоятельств:

1. При сохранении главных функций транспортной системы, которая является инструментом единства национальных товарных рынков и взаимосвязи регионов, фактором, создающим и организующим единое экономическое пространство, источником развития территориального разделения труда и реализации сравнительных конкурентных преимуществ, а также условием обеспечения безопасности страны и средством перемещения и роста подвижности населения, масштабы, направления и стратегия её развития должны носить опережающий характер по сравнению с параметрами социально-экономического развития страны в целом. Только при таком подходе транспорт не будет фактором, сдерживающим социально-экономическое развитие.

2. В условиях глобализации мировой экономики транспорт наряду с финансовой и информационной сферами выступает важнейшим рычагом интеграционных процессов. Особая роль транспорта определяется тем, что благодаря ему структурируется рыночная экономика, формируется единое экономическое пространство.

3. Проблема повышения конкурентоспособности товаров и услуг для

экономики России – ключевая на современном этапе развития. Речь может идти об использовании её транзитного потенциала, связанного с особым географическим положением страны как естественного транспортного коридора, соединяющего Европейский, Азиатско-Тихоокеанский регионы и Американский континент. И это прежде всего создание надёжного и эффективно действующего механизма перевозок между Европой и Азией по Транссибирскому маршруту, воссоединённому с Транскорейской железной дорогой и железными дорогами Монголии, в качестве одного из основных маршрутов доставки контейнеров из Китая в Европу, а в перспективе – строительство Азиатско-Тихоокеанской железнодорожной магистрали Сингапур – Бангкок – Пекин – Якутск – туннель под Беринговым проливом – Ванкувер – Сан-Франциско. При этом следует работать над повышением уровня безопасности транспортной системы и снижением вредного воздействия транспорта на окружающую среду [5].

4. Наметившаяся за последнее время открытость национального транспортного рынка предъявляет новые требования к уровню конкурентоспособности транспорта. Со всей очевидностью обнаруживаются ограничения, связанные с неразвитостью единой транспортной системы, разногласиями в налоговой, тарифной, инвестиционной политике, что свидетельствует об отсутствии единой транспортной политики, эффективных механизмов её формирования и реализации [6].

5. В современной транспортной системе особое место занимает пространственная мобильность населения, которая пока не адекватна не только требованиям инновационного типа экономического роста, но и потребностям рыночной экономики. Исследования

показывают, что в целом мобильность населения в России существенно ниже, чем в странах с развитой рыночной экономикой. Согласно оценкам, до одной трети регионов находятся за чертой бедности, население этих регионов не имеет экономических возможностей покинуть их, что, в частности, может служить объяснением того, почему в России не наблюдается сближения регионов по уровню доходов [7].

Таким образом, транспортная система Российской Федерации является частью мировой транспортной системы. В ближайшие годы в нашей стране могут возникнуть серьёзные инфраструктурные ограничения транспортной

доступности отдельных регионов и товародвижения в международных и внутренних перевозках. Возможна потеря Россией отдельных перспективных мировых товарных рынков. Транспортная система может стать фактором торможения экономического роста.

Реализация Транспортной стратегии Российской Федерации, координация на основе её положений действий всех ветвей и уровней власти, бизнеса, различных слоёв общества обеспечат наиболее эффективное использование возможностей транспорта в интересах социально-экономического развития России, решения вышеуказанных системных социально-экономических проблем.

Литература

1. Мишарин А.С. Транспортная стратегия Российской Федерации: цели и приоритеты // Инновационный транспорт. – 2015. – № 1 (15). – С. 3-7.
2. Бондур В.Г., Левин Б.А., Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Космический мониторинг транспортных объектов. Учеб. пособие. – М.: ВИНТИ РАН, 2015. – 336 с.
3. Лёвин Б.А., Круглов В.М., Матвеев С.И., Коугия В.А., Цветков В.Я. Геоинформатика транспорта (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3-2. – С. 223.
4. Лapidус Б.М., Мачерет Д.А., Фортон В.Е., Железнов М.М., Махутов Н.А. и др. Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта / Коллективная монография членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» / Под редакцией д-ра экон. наук, проф. Б.М. Лapidуса. – М.: ВМГ-Принт, 2014. – 292 с.
5. Барышников С.О., Разухина А.А. Алгоритм оптимального планирования работы портовых перегрузочных машин / В сборнике: Морское образование: традиции, реалии и перспективы; материалы научно-практ. конференции; 31 марта 2015 г. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. – Т. 2. – С. 7-14.
6. Владимиров С.А. О некоторых причинах несбалансированности экономических систем и направлениях налоговой политики // Налоги-журнал. – 2010. – № 2. – С. 34-42.
7. Горбунов А.А. Транспорт – механизм развития региона // Обозреватель – Observer. – 2014. – № 7 (294). – С. 78-83.

Оценка энергетической эффективности двигателя внутреннего сгорания в условиях эксплуатации

И.К. Александров, профессор Вологодского государственного университета (ВоГУ), д.т.н.

В статье представлена методика, позволяющая определить влияние на энергетическую эффективность двигателя внутреннего сгорания условий его эксплуатации. Принципиальное отличие способа состоит в том, что при анализе используется новый оценочный критерий – энергетический КПД двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова:
энергетический КПД ДВС.

В качестве энергетических установок на транспортных средствах используются электрические машины постоянного и переменного тока и тепловые двигатели. В настоящее время среди последних ведущее место занимает двигатель внутреннего сгорания (ДВС).

Как известно, измерение энергопотребления электрических машин не представляет технической сложности, в то время как энергетический анализ ДВС всегда сопряжён с определёнными трудностями. В первую очередь это связано с необходимостью измерения крутящего момента на валу двигателя. В связи с этим кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства Вологодского государственного университета был предложен описанный ниже способ определения топливной экономичности ДВС в условиях эксплуатации [1].

Основанием для разработки способа послужили два обстоятельства:

1) практическое постоянство механических потерь в ДВС при заданной

частоте вращения;

2) чёткая функциональная зависимость индикаторной мощности от расхода топлива.

Известно [2-5], что механический КПД ДВС представляется отношением

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}, \quad (1)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; N_i – индикаторная мощность двигателя, кВт.

Удельные механические потери p_m в ДВС определяют [2-5] по выражению

$$p_m = A + B C_n, \quad (2)$$

где A и B – коэффициенты, зависящие от типа двигателя; C_n – средняя скорость поршня, м/с.

Мощность N_m механических потерь в двигателе может быть вычислена по формуле

$$N_m = \frac{p_m V_h i n}{30\tau},$$

где V_h – рабочий объем цилиндров, л; i – число цилиндров; τ – тактность; n – частота вращения двигателя, мин⁻¹.

Следовательно, с учётом выражения (2) мощность механических потерь в двигателе может быть представлена в виде функции $N_m=f(n)$ от частоты n вращения двигателя

$$N_m = A_1 n + B_1 n^2, \quad (3)$$

где A_1 и B_1 – константы, учитывающие конструктивные особенности двигателя.

Тогда на основании (1) и (3) для заданной частоты вращения можем записать

$$\eta_m = \frac{N_i - N_m}{N_i} \quad (4)$$

при $n=\text{const}$.

Таким образом, при условии соблюдения постоянной частоты вращения ($n=\text{const}$) $N_m=\text{const}$, в то время как индикаторная мощность будет зависеть от характера изменения эффективного момента в функции от времени $M_e=f(t)$.

Чтобы учесть этот фактор, необходимо проводить интегральную оценку КПД двигателя по времени его работы (испытания). Тогда с учётом зависимости (4) следует записать

$$\eta_{\text{ЭД}} = \frac{\bar{N}_i T - N_m T}{N_i T}, \quad (5)$$

где T – время, в течение которого проводился контроль работы двигателя (время должно выбираться из расчёта неоднократного повторения цикла изменения нагрузочного режима), с; \bar{N}_i – средняя индикаторная мощность двигателя за время T , кВт.

В отличие от механического КПД, представленного выражениями (1) и (2), назовем показатель $\eta_{\text{ЭД}}$ энергетическим КПД двигателя.

В случае постоянства эффективного момента $M_e=\text{const}$ имеем $N_i = N_i$, то есть при данном условии механический и энергетический КПД совпадают:

$$\eta_{\text{ЭД}} = \eta_m.$$

Если же $M_e=\text{var}$, то $\eta_{\text{ЭД}} \neq \eta_m$. Таким образом, получив значения $\eta_{\text{ЭД}}$ двигателя при различных функциональных зависимостях $M_e=f(t)$ и сопоставив эти

значения с η_m , определённым по формуле (4) для заданной частоты вращения и принимаемым в качестве эталона, можем судить об экономичности работы двигателя при различном характере внешней нагрузки.

В целях упрощения методики обработки экспериментальных данных представим формулу (5) в другом виде. Для этого укажем:

$$\text{а) } W_i = \bar{N}_i T = \int_0^T N_i(t) dt, \quad (6)$$

где W_i – энергия, полученная в цилиндрах двигателя за время T , кДж; $N_i(t)$ – индикаторная мощность двигателя для соответствующего значения $M_e(t)$, кВт;

$$\text{б) } W_m = N_m T, \quad (7)$$

где W_m – энергия механических потерь в двигателе за время T , кДж.

Тогда на основании (5), (6) и (7) получим

$$\eta_{\text{ЭД}} = \frac{W_i - W_m}{W_i} = \frac{\int_0^T N_i(t) dt - N_m T}{\int_0^T N_i(t) dt}. \quad (8)$$

Для определения КПД двигателя на основе зависимости (1) необходимо измерять величину эффективного момента, что при выполнении исследований в эксплуатационных условиях всегда представляет техническую сложность. С проведением анализа топливной экономичности на основе энергетического КПД ($\eta_{\text{ЭД}}$) эта техническая трудность легко преодолевается, так как отпадает необходимость в непосредственном определении величины эффективного момента. Дело в том, что развиваемая двигателем мощность (или вырабатываемая энергия) пропорциональна расходу топлива

$$N_i = 10^{-3} H_u G_T \eta_i, \quad (9)$$

где H_u – теплотворная способность топлива, Дж/кг; G_T – секундный расход топлива, кг/с; η_i – индикаторный КПД двигателя.

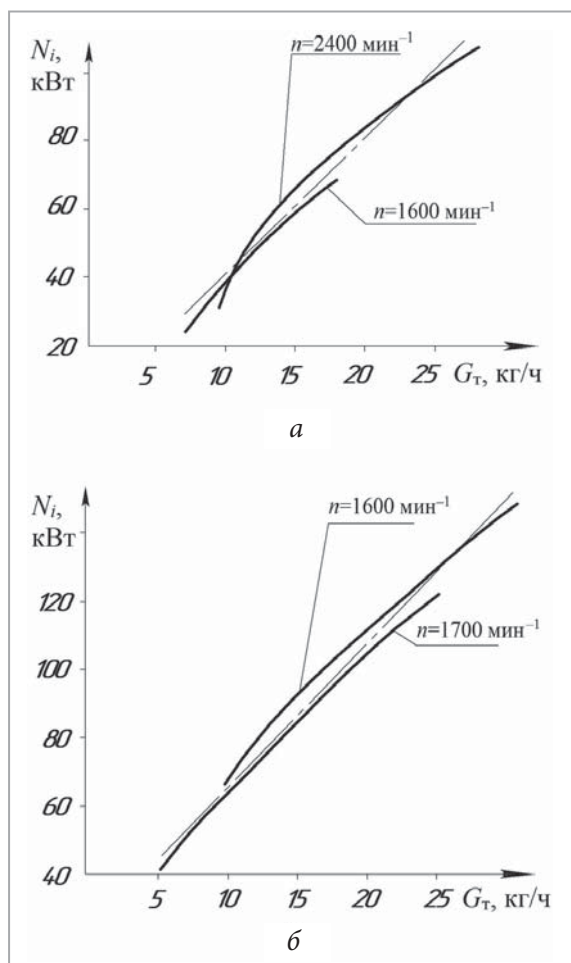


Рис. 1. Зависимость индикаторной мощности двигателя от расхода топлива при $n = \text{const}$:
 а – бензиновый двигатель (ЗИЛ-130);
 б – дизельный двигатель (ЯМЗ-236)

В подтверждение сказанному на рис. 1а,б приведены зависимости индикаторной мощности ДВС от часового расхода топлива для определённых значений частоты вращения двигателя. Графики получены на основании результатов экспериментальных исследований, приведённых в работе [5].

Нелинейность зависимости $N_i = f(G_T)$ объясняется непостоянством величины η .

Таким образом, очевидно, что расход топлива так же, как и вырабатываемая двигателем энергия, является интегральным показателем во времени,

учитывающим особенности работы двигателя на различных нагрузочных режимах:

$$W_i = \bar{N}_i T = f(Q), \quad (10)$$

где Q – расход топлива за время T , кг;

$$Q = \bar{G}_T T, \quad (11)$$

где \bar{G}_T – средний секундный расход топлива, кг/с.

На основании (8), (9), (10), (11) энергетический КПД двигателя может быть представлен зависимостью

$$\eta_{\text{ЭД}} = \frac{Q_i - Q_m}{Q_i} \quad (12)$$

при $n = \text{const}$ и $\bar{n} = n$, где Q_i – расход топлива за время T испытания двигателя при изменяющейся величине эффективного момента ($M_e = \text{var}$) и переменной частоте вращения двигателя, среднее значение которой за время T равно \bar{n} , кг; Q_m – расход топлива за время T при работе двигателя на холостом ходу с постоянной частотой $n = \text{const}$ вращения, равной \bar{n} , кг.

При использовании зависимости (12) в качестве эталонного КПД принимают энергетический КПД ($\eta_{\text{ЭД}}^{\text{ЭТ}}$) двигателя, определяемый по формуле

$$\eta_{\text{ЭД}}^{\text{ЭТ}} = \frac{Q_i^{\text{ЭТ}} - Q_m}{Q_i^{\text{ЭТ}}}, \quad (13)$$

где $Q_i^{\text{ЭТ}}$ – расход топлива за время T испытания двигателя при $M_e = \text{const}$ в стендовых условиях, определяемый при аналогичном положении органа, регулирующего топливоподачу, и при постоянной частоте $n = \text{const}$ вращения двигателя, равной \bar{n} .

Эталонное значение энергетического КПД, определенное из соотношения (13), по существу является механическим КПД двигателя, полученным при стабилизированных режимных параметрах. Адекватность зависимости (13) подтверждается исследованиями ряда авторов. В частности, авторы работы [6], проанализировав скоростные

и нагрузочные характеристики автомобильных и тракторных двигателей, пришли к заключению о реальности определения механического КПД ДВС на основании зависимости, аналогичной (13), «...для любого нагрузочного и скоростного режима...», если данные расхода топлива под нагрузкой и на холостом ходу получены при одних и тех же скоростном режиме и тепловом состоянии двигателя.

Определяя энергетический КПД двигателя, следует обязательно учитывать, что изменение эффективного момента вызывает соответствующее изменение частоты вращения двигателя согласно его механической (скоростная) характеристике, а следовательно в этом случае необходимо определять среднюю величину n частоты вращения двигателя за время T испытаний, и измерение Q_m (или N_m) и $Q_i^{\text{ЭТ}}$ проводить при частоте вращения $n = \text{const}$, равной n .

Представленный способ определения топливной экономичности ДВС легко реализуется на практике благодаря наличию выпускаемого промышленностью оборудования, позволяющего с высокой

точностью измерять расход топлива двигателем и одновременно его частоту вращения. При проведении экспериментов нами был использован электронный прибор EÜF-80, обеспечивающий измерение расхода топлива с ошибкой $\pm 0,5\%$ [7].

Использование $\eta_{\text{ЭД}}$ для энергетического анализа ДВС значительно упрощает методику, уменьшает стоимость и многократно увеличивает оперативность исследовательских работ в условиях эксплуатации, поскольку отпадает необходимость в применении дорогостоящего и недостаточно надёжного оборудования для измерения крутящего момента на валу двигателя.

Энергетический КПД может быть использован также и при проведении углублённых (например, ресурсные) испытаний на тормозном стенде, что осуществляется путём подбора имитационного нагрузочного режима при заданном положении органа, регулирующего топливоподачу, и соблюдении равенства расхода топлива двигателем на стенде расходу Q_i топлива, полученному в эксплуатационных условиях.

Литература

1. Патент № 2042860 С1 РФ. Способ определения топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания / И.К. Александров, Г.И. Шаров, А.А. Яковицкий. – Заявл. 21.07.1992; опублик. 27.08.1995, Б.И. № 24.
2. Автомобильные двигатели / под ред. М.С. Ховаха. – М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. для вузов / В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др., под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 400 с.
4. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания: учебник / В.Г. Дьяченко. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 500 с.
5. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
6. Андрусенко П.И. Характеристики автомобильных и тракторных двигателей / П.И. Андрусенко, О.Н. Бурцев, Ю.Ф. Гутаревич. – Киев: Вища школа, 1978. – 128 с.
7. Инструкция по эксплуатации. Электронный прибор для измерения расхода горючего. № 870064. – Будапешт: Предприятие точной механики, 1992. – 16 с.

Воздухонезависимые двигатели внешнего сгорания для судовых энергоустановок

В.И. Карагузов, профессор Омского государственного технического университета, д.т.н.

Двигатели внешнего сгорания на базе пульсационной трубы и термоакустики являются перспективными для судовых энергоустановок. В них могут отсутствовать механически подвижные детали и узлы, что определяет длительный ресурс, высокую надёжность, минимальные шумы и вибрации. Для работы такие двигатели могут использовать любое топливо, практически не требуют обслуживания.

Ключевые слова:

судовые энергоустановки, воздухонезависимые двигатели Стирлинга, пульсационная труба, термоакустика.

Двигатели внешнего сгорания имеют ряд преимуществ перед двигателями внутреннего сгорания. В наибольшей степени эти преимущества могут быть реализованы в судовых энергоустановках [1]. Основное преимущество двигателей внешнего сгорания – возможность использования в них как традиционных топлив (бензин, дизельное топливо), так и альтернативных (природный газ, спирты, солнечная и ядерная энергии и пр.) [2, 3]. Другим преимуществом двигателей внешнего сгорания (за исключением паровых, которые не будут рассматриваться в данной статье) являются более низкие уровни шумов и вибраций этих двигателей [4, 5].

Единственным двигателем внешнего сгорания, который использовался и используется в судовых энергоустановках, является двигатель Стирлинга [6].

Создание судовых двигателей Стирлинга требует решения целого ряда технических и технологических задач, что осуществлено в настоящее время только в некоторых странах, которые произво-

дят и ставят серийные судовые двигатели Стирлинга в анаэробные системы автономного энергоснабжения на подводные лодки.

На рис. 1 показана воздухонезависимая система автономного энергоснабжения подводной лодки на базе двигателя Стирлинга, работающего от СПГ и жидкого кислорода [7].

На рис. 2 показана схема двигателя Стирлинга с параллельным расположением поршней.

При сжигании топлива в камере сгорания 8, которая находится снаружи рабочих объемов двигателя, теплота сгорания передаётся через стенки цилиндра в «горячую» полость 7, где нагревает рабочее тело. Рабочее тело через регенератор 4, газовые каналы 6 и 9, соединительную трубку 13 поступает в «холодную» полость 11, где охлаждается через стенку цилиндра от охладителя 10. Поршень 12 и вытеснитель 5 должны двигаться строго синхронно с определённым сдвигом фаз. Уплотнения 2, 3 и 14 предотвращают перетекание рабочего тела.

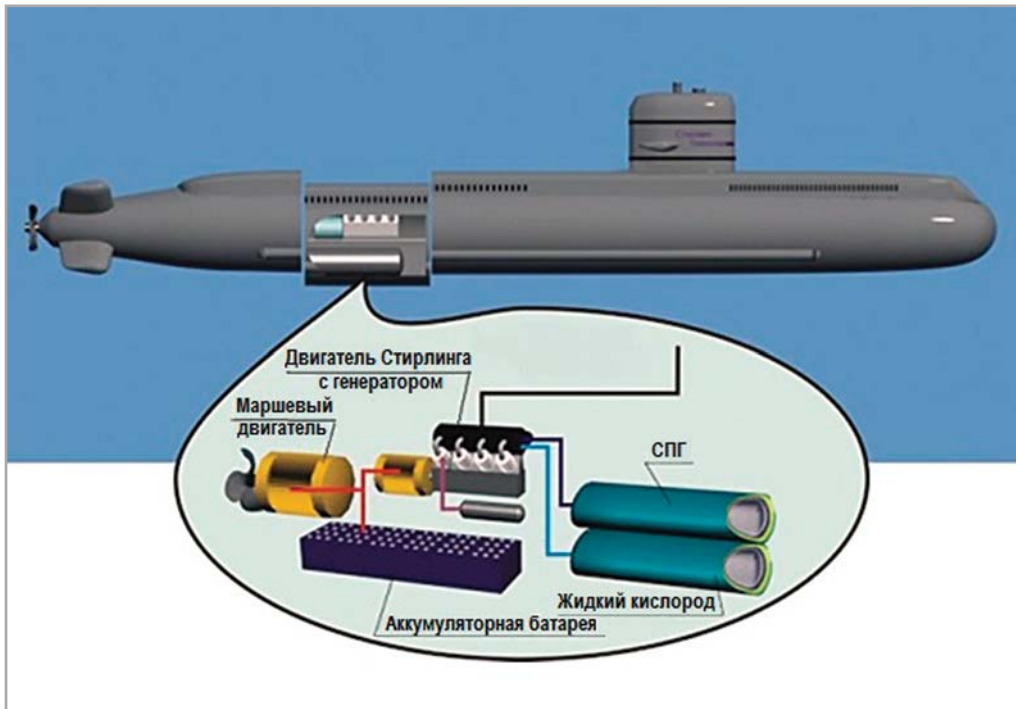


Рис. 1. Воздухонезависимая система автономного энергоснабжения подводной лодки на базе двигателя Стирлинга

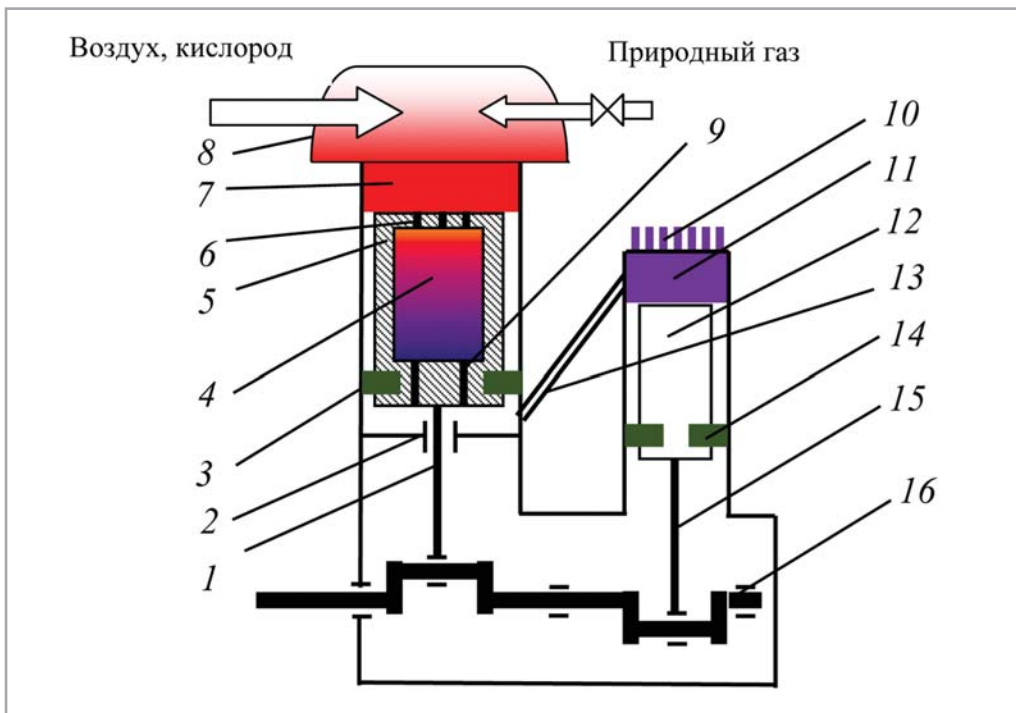


Рис. 2. Схема двигателя Стирлинга с параллельным расположением поршней:
 1 – шток вытеснителя; 2 – уплотнение штока; 3 – уплотнение вытеснителя;
 4 – регенератор; 5 – вытеснитель; 6, 9 – газовые каналы; 7 – «горячая» полость; 8 – камера сгорания; 10 – охладитель «холодной» полости; 11 – «холодная» полость; 12 – поршень;
 13 – соединительная трубка; 14 – уплотнение поршня; 15 – шток поршня;
 16 – коленчатый вал

При всех положительных свойствах двигателя Стирлинга он обладает и рядом недостатков, таких как сравнительно большие габариты и масса, инерционность, сложность регулирования. Но основными проблемами, сдерживающими применение двигателей Стирлинга, являются конструктивные и материаловедческие.

Основные трудности создания двигателей Стирлинга можно разделить на три основные группы:

- Теплообмен в двигателях Стирлинга проходит в тяжёлых условиях. С одной стороны, сжигаемое в камере сгорания 8 топливо должно отдать теплоту рабочему телу (как правило, гелию) в «горячую» полость 7 через ограниченную площадь поверхности торца цилиндра, которую трудно развить из-за неизбежного увеличения мёртвого объёма. С другой стороны, теплообмен в регенераторе 4 требует высоких значений теплоёмкости и теплопроводности насадки регенератора при высоких температурах (до 900 °С), а также отсутствия паров смазки в рабочем теле. Охлаждение рабочего тела в «холодной» полости также осуществляется в условиях дефицита теплообменной поверхности.

- Уплотнение 3 вытеснителя 5 и уплотнение 14 поршня 12 должны работать в условия сухого трения, то есть без жидкой смазки, так как пары и туман масла попадают на теплообменные поверхности, выгорают на них, значительно ухудшая теплообмен и увеличивая гидравлические потери. Работа поршневых уплотнений без смазки резко снижает ресурс работы двигателя и его надёжность. Коренные и шатунные шейки коленчатого вала также требуют смазки.

- Детали, работающие при высоких температурах, должны быть выполнены из жаропрочных и жаростойких материалов, причём часть из них должна иметь высокую теплопроводность, а часть – низкую.

Кроме того, существуют и другие технические проблемы, связанные с герметичностью, температурными деформациями, потерями на трение и пр.

Опыт криогенной техники показывает, что существует более простая, дешёвая и надёжная альтернатива машинам Стирлинга, в которой ряд перечисленных трудностей отсутствует. Это так называемые машины на базе пульсационной трубы [8]. Конструктивно они похожи на значительно упрощённые машины Стирлинга.

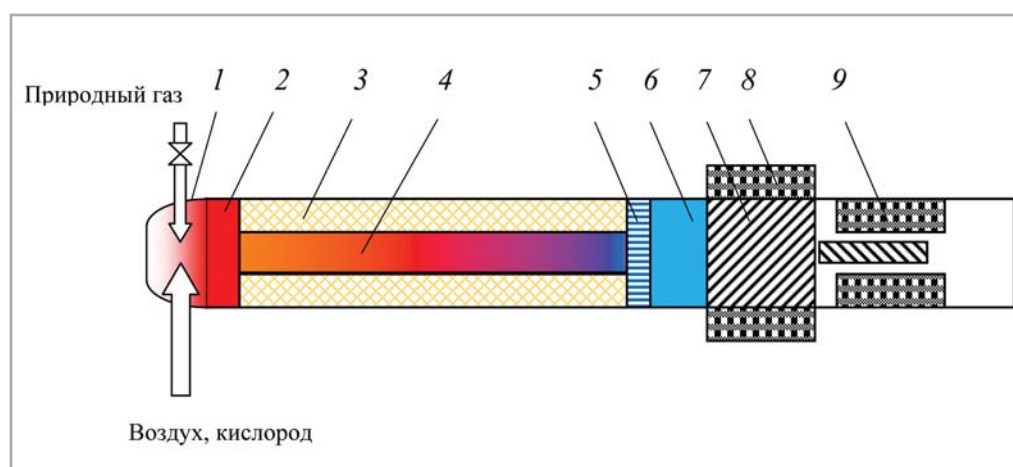


Рис. 3. Схема двигателя внешнего сгорания на базе пульсационной трубы:
 1 – камера сгорания; 2 – «горячая» полость; 3 – регенератор; 4 – пульсационная полость;
 5 – охладитель «холодной» полости; 6 – «холодная» полость; 7 – поршень;
 8 – магнитный подвес поршня; 9 – линейный электрогенератор

На рис. 3 показана схема двигателя внешнего сгорания на базе пульсационной трубы.

При нагреве от камеры сгорания 1 «горячей» полости 2 в пульсационной полости 4 под действием разности температур возникают пульсации давления рабочего тела, которые через «холодную» полость 6 заставляют поршень 7 двигаться возвратно-поступательно. На поршне 7 установлен ротор линейного электрогенератора 9.

Так как в этой конструкции поршень всего один, то его можно разместить в цилиндре бесконтактно при помощи магнитного подвеса 8. Уплотнение поршня также выполняется бесконтактным – щелевым или лабиринтным. Расчётные и экспериментальные исследования показывают, что машины на базе пульсационной трубы по КПД не уступают машинам Стирлинга, а по ряду других параметров превосходят их [9].

Действительно, если посмотреть на трудности разработки двигателя Стирлинга, которые были приведены выше, то следует отметить, что проблемы с теплообменом в пульсационной трубе практически не существует, так как нет мёртвого объёма у «горячего» поршня

из-за отсутствия такового. Ввиду бесконтактного подвеса поршня 7 в двигателе не требуется смазка, следовательно, она не мешает теплообмену. Ресурс и надёжность двигателя на базе пульсационной трубы будут очень высокими, так как определяются только старением материалов. Проблем с герметичностью и температурными деформациями также не должно быть, так как в горячей зоне нет подвижных деталей, а механическая энергия наружу не выводится.

Перспективными для судовых энергоустановок являются и термоакустические системы, которые могут генерировать акустическую и электрическую энергию, вырабатывать холод. Их конструкции внешне похожи на пульсационную трубу [10], но физические принципы и методы расчёта иные [11]. На рис. 4 показана схема термоакустического двигателя-генератора внешнего сгорания.

Термоакустические системы могут не иметь не только поршня, но и вообще подвижных деталей, поэтому называть их двигателями можно только условно [4]. Они имеют наименьшие уровни шумов и вибраций, которые находятся в более высокочастотном диапазоне, чем у других двигателей.

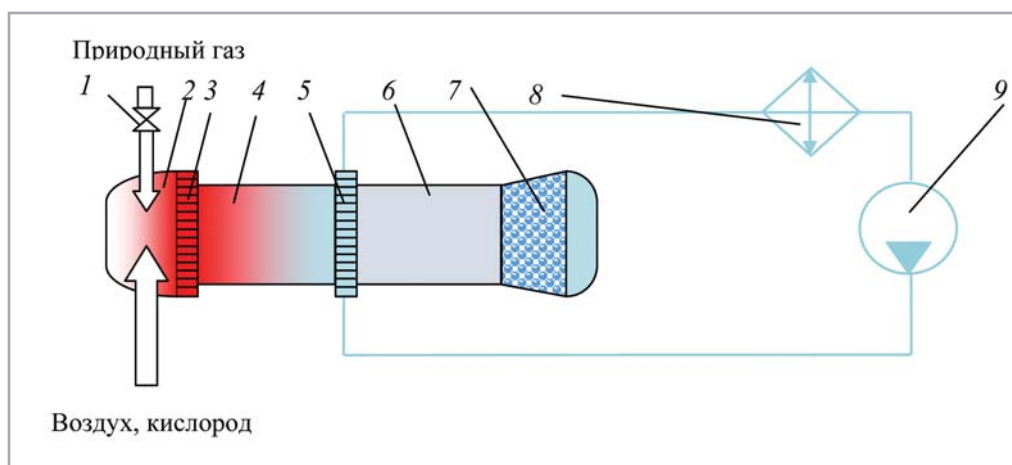


Рис. 4. Схема термоакустического двигателя-генератора внешнего сгорания:

1 – вентиль подачи природного газа; 2 – камера сгорания; 3 – теплообменник нагрева; 4 – регенеративный теплообменник (стек); 5 – охлаждающий теплообменник; 6 – резонансная труба; 7 – электрогенератор; 8 – теплообменник сброса теплоты; 9 – циркуляционный насос

Параметры	Дизельный двигатель	Двигатель Стирлинга	Двигатель на базе пульсационной трубы ¹	Термоакустический двигатель-генератор ¹
Удельная масса, кг/кВт	2,0...3,0	2,0...3,0	1,0...1,5	< 1,0
Относительные габариты ²	1,0	0,8	0,5	0,4
КПД, %	25...35	30...50	35...50	30...50
Ресурс, тыс. ч	100...200	10...50	Определяется электрогенератором	Определяется электрогенератором
Топливо	ДТ, ПГ	ДТ, Б, ПГ, В, С, СЭ, КЭ, ЯЭ	ДТ, Б, ПГ, В, С, СЭ, КЭ, ЯЭ	ДТ, Б, ПГ, В, С, СЭ, КЭ, ЯЭ
Шумы, дБ	100...110	70...80	50...60	40...50
Вибрации, дБ	90...100	65...70	55...60	< 50
Относительная себестоимость ²	1,0	0,8...1,5	0,5	0,3
Обслуживание ²	1,0	0,5	0,2	0,1
Экологичность ²	-	+	+	+

¹ – прогноз;

² – по сравнению с дизельным двигателем;

ДТ – дизельное топливо; Б – бензин; ПГ – природный газ; В – водород; С – спирты; СЭ – солнечная энергия; КЭ – криогенная энергия; ЯЭ – ядерная энергия.

В рассмотренных двигателях внешнего сгорания может использоваться не только энергия сжигания топлива, но и эксергия криогенных жидкостей, например, сжиженного природного газа и жидкого кислорода [12].

В таблице приведено сравнение технических характеристик двигателей для использования в автономных и воздухонезависимых системах энергообеспечения.

В заключение следует отметить, что двигатели внешнего сгорания на базе пульсационной трубы и термоакустики являются наиболее перспективными для автономных и воздухонезависимых систем электроснабжения, так как экологичны, существенно проще по конструкции и в обслуживании, дешевле в производстве, чем другие двигатели, имеют больший ресурс, надёжность, КПД, меньшие массу и габариты.

Литература

1. Карагузов В.И. Магнитокалорические двигатели внешнего сгорания на речных судах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2. – С. 38-41.
2. Карагузов В.И. Комбинированная магнитокалорическая силовая установка на речных судах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 3. – С. 37-38.
3. Карагузов В.И. Реконденсация паров СПГ на речном транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 1. – С. 11-12.
4. Карагузов В.И., Мальцев П.С. Бортовой термоакустический кондиционер на природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4. – С. 45-47.

5. Карагузов В.И., Карагузов И.В. Термоакустические охладители на солнечной энергии для орбитальных комплексов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4. – С. 47-50.
6. Уокер Г. Двигатели Стирлинга. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
7. Кириллов Н.Г. Производство двигателя Стирлинга – новая отрасль в машиностроении XXI века // Турбины и дизели. – 2010. – № 2. – С. 2-5.
8. Шахметов Е.Б., Липин М.В., Карагузов В.И. Разработка одноступенчатого микроохладителя на базе пульсационной трубы холодопроизводительностью 4 Вт на температурный уровень 80 К // Россия молодая: технологии – в промышленность. – 2013. – № 2. – С. 357-360.
9. Tyatyushkin N.V., Karaguzov V.I., Baranov E.D., Karaguzova E.E. Mathematical model of pulse-tube microcoolers // Chemical and Petroleum Engineering. – 2003. – V. 39. – Issue 1-2. – P. 87-91.
10. Карагузов В.И., Юша В.Л., Карагузов И.В. Термоакустический ожижитель природного газа для заправки речных судов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 2. – С. 66-68.
11. Карагузов В.И., Тятюшкин Н.В., Карагузов И.В. Математическое моделирование и расчетные исследования термоакустической системы охлаждения // Химическое и нефтегазовое охлаждения. – 2014. – № 2. – С. 2-6.
12. Карагузов В.И., Юша В.Л., Карагузов И.В. Использование холода газификации природного газа для кондиционирования на транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5. – С. 66-67.

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 обновленный 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).**

Редакция журнала также доводит до сведения авторов требования, которые необходимо соблюдать при подготовке статей для публикации.

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 15 000 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 и таблицы должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии и графические рисунки (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопроводить 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).

Отечественные системы управления дизельными двигателями с топливной аппаратурой аккумуляторного типа и комплексной антитоксичной системой

В.Ф. Каменев, д.т.н., профессор, ведущий эксперт ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»,
И.О. Пугачёв, аспирант ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»

В статье рассматриваются перспективные направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию отечественных систем управления дизельными двигателями с комплексной системой снижения вредных выбросов, обеспечивающих выполнение нормативных требований Евро-5 и выше. Обсуждаются методы улучшения электронного контроля системы топливоподдачи и комплексной системы нейтрализации вредных выбросов в выпускной системе.

Ключевые слова:

дизель, электронная система управления, аккумуляторная топливная система, выбросы вредных веществ, комплексная система нейтрализации.

Ужесточение нормативных требований на выброс вредных веществ тяжёлыми и средне-размерными транспортными средствами и спецтехникой, регламентируемых Правилами ЕЭК ООН № 49 и № 96, потребовало серьёзного усложнения конструкции дизеля и организации системы нейтрализации вредных выбросов с отработавшими газами (ОГ) при сохранении топливной экономичности. Уже сейчас многие разрабатываемые и уже выпускаемые отечественные дизельные двигатели (например, Д-245.7Е4, ЯМЗ-6566, ЯМЗ-536, ЯМЗ-651, КАМАЗ-740.75-420 и др.) оснащаются достаточно сложными и дорогостоящими комплексными антитоксичными системами (КАТС) с микропроцессорным электронным управлением дизеля (ЭСУД), которые предусматривают за счёт воздействия

на рабочий процесс дизеля уменьшение вредных выбросов и их нейтрализацию в специальных устройствах, расположенных в системе выпуска [1, 2]. Анализ конструкции и характеристик отечественных дизелей, выполняющих требования Евро-4 и даже Евро-5, показывает, что в основном они оборудованы зарубежными системами управления с электронными блоками, доступ к схемотехнике и программному обеспечению которых невозможен.

Следует отметить, что в составе систем управления указанных двигателей отсутствует ряд важных перспективных функций, например, оценка жёсткости процесса сгорания, управление турбокомпрессором и рециркуляцией ОГ. Для устранения этих недостатков в стадии отработки находится отечественная комплексная система эффективного

управления устройствами нейтрализации вредных выбросов в выпускной системе двигателя.

На рис. 1 представлен один из вариантов принципиальной схемы КАТС с ЭСУД для отечественного дизеля, который, по нашему мнению, обеспечит выполнение нормативных требований Евро-5 и выше без ухудшения технико-экономических показателей и главное – в сложных климатических и дорожных условиях Российской Федерации. Для реального внедрения в массовое производство такого варианта КАТС потребуется введение более интенсивного турбонаддува с промежуточным охлаждением и следующие системы – электронно-управляемой рециркуляции ОГ, впрыскивания топлива с давлением более 170 МПа, а также отработка комплексной

системы для нейтрализации оксидов азота и дисперсных частиц в системе выпуска (СНОГ) [3, 4]. Оптимальную работу всех указанных выше систем и устройств и должна обеспечивать электронная система управления дизелем.

На рис. 2 представлена функциональная схема такой КАТС, которая необходима для разработки математической модели, алгоритма работы и программы расчета её отдельных элементов [5].

Двигатель ЯМЗ-6566 с комплексной системой снижения вредных выбросов КАТС включает в себя следующие агрегаты: воздушный фильтр (ВФ), турбокомпрессор (ТКР) с теплообменником промежуточного охлаждения наддувочного воздуха (ТОНВ); регулируемую систему рециркуляции отработавших газов высокого давления с теплообменником

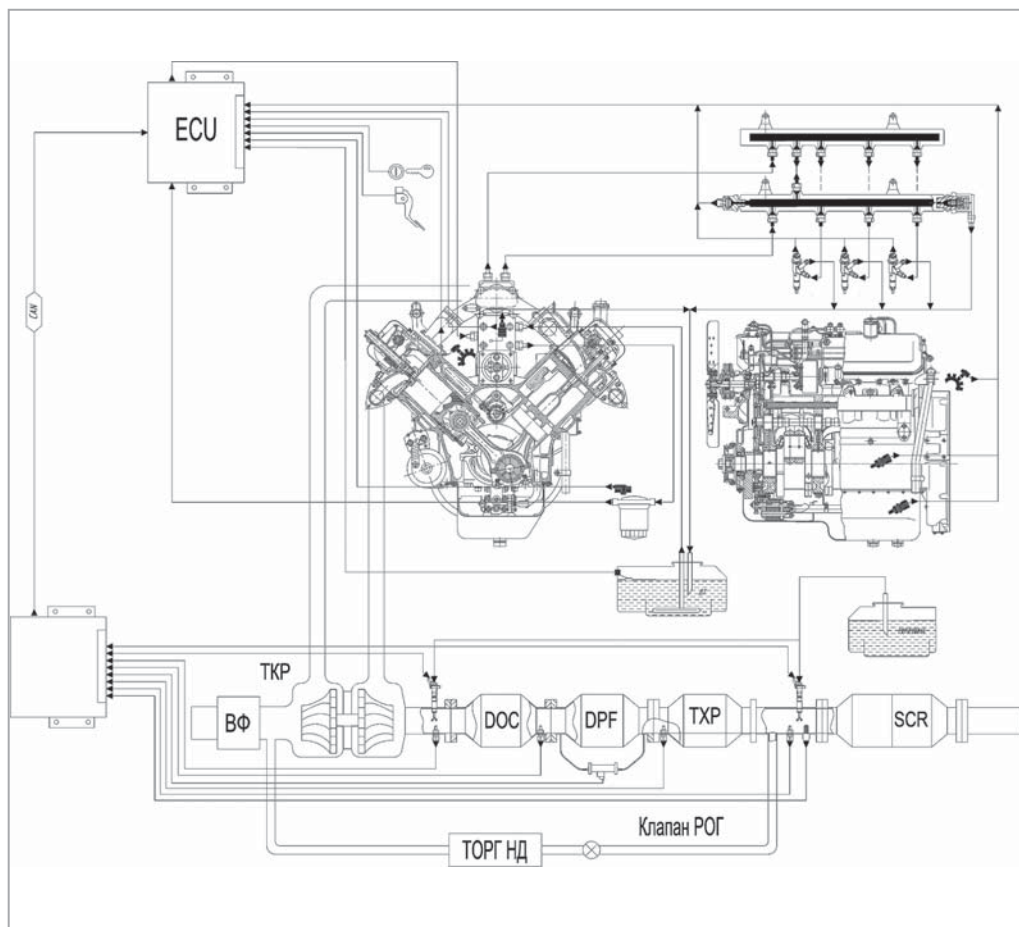


Рис. 1. Перспективная комплексная антитоксичная система с электронным управлением для отечественных дизелей типа ЯМЗ-6566

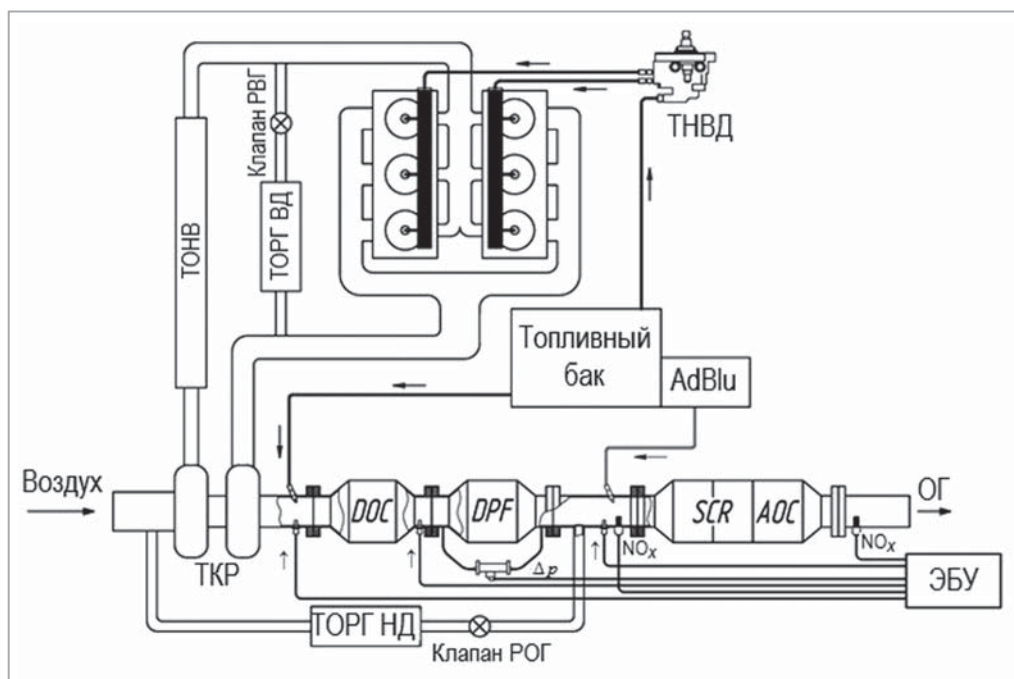


Рис. 2. Блок-схема для моделирования и расчёта современной КАТС дизеля

охлаждения рециркулируемых газов (ТОРГ ВД); аккумуляторную систему топливоподдачи типа «Common Rail», включающую в себя две топливные рампы с форсунками; топливный насос высокого давления (ТНВД); топливный бак и систему нейтрализации отработавших газов СНОГ в системе выпуска, состоящую из окислительного нейтрализатора DOC с форсункой впрыска дополнительного топлива, датчиков температуры ОГ, сажевого фильтра DPF с датчиками перепада давлений, системы рециркуляции отработавших газов низкого давления с теплообменником охлаждения рециркулируемых газов ТОРГ НД, каталитического блока SCR с форсункой впрыска активатора для восстановления оксидов азота, датчиков содержания оксидов азота до и после блока SCR и блока АОС дожигания остаточных соединений аммиака; систему хранения и подачи активатора-восстановителя AdBlue; электронный блок управления ЭБУ (ECU).

Работает представленная на рис. 2 система следующим образом. Атмосферный воздух, пройдя очистку

в воздушном фильтре, поступает в компрессор ТКР, где его давление повышается на 10...120 % в зависимости от режима работы двигателя. Повышенное давление свежего заряда позволяет улучшить наполнение цилиндров, а также процессы смесеобразования и сгорания смеси. Однако вместе с давлением повышается и температура наддувочного воздуха, что может значительно нивелировать положительный эффект наддува. Для устранения этого эффекта используется теплообменник промежуточного охлаждения наддувочного воздуха, где температура впускного заряда принудительно снижается на 20...70° в зависимости от режима работы двигателя. Пройдя теплообменник охлаждения, свежий воздушный заряд поступает в цилиндры двигателя. Непосредственно в цилиндры топливной аппаратурой впрыскивается топливо под высоким давлением (170 МПа), происходит смесеобразование впрыснутого топлива со свежим зарядом воздуха и сгорание полученной смеси с совершением полезной работы на коленчатом валу двигателя. Для повышения образования оксидов азота

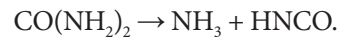
в цилиндрах двигателя в процессе рабочего цикла используются система рециркуляции отработавших газов с контурами высокого и низкого давления и промежуточным охлаждением рециркулируемых газов.

Продукты сгорания топлива вытесняются поршнем в выпускную систему, где они совершают дополнительную работу на лопатках турбины ТКР. Благодаря этому происходит полезное использование остаточной энергии отработавших газов, что повышает КПД двигателя.

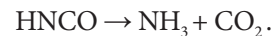
Затем в выпускной системе отработавшие газы подвергаются последовательной очистке от нормируемых вредных компонентов. В окислительном нейтрализаторе DOC происходит окисление продуктов неполного сгорания топлива: оксида углерода CO и несгоревших углеводородов CH, а также доокисление оксида азота NO до диоксида NO₂. После этого в сажевом фильтре DPF происходит абсорбирование дисперсных углеродных частиц, содержащихся в отработавших газах, и их постепенное накопление в керамической подложке блока.

Степень заполнения сажевого фильтра характеризуется перепадом давлений на входе и выходе из сажевого фильтра, что определяется соответствующим датчиком. После определенного заполнения фильтра проводится его регенерация, представляющая собой выжигание накопленных углеродных частиц. Она выполняется следующим образом: при достижении перепада давления определённой критической величины ЭБУ подает сигнал на форсунку, установленную перед окислительным нейтрализатором DOC, которая, в свою очередь, проводит впрыскивание необходимой дозы топлива. За счёт его экзотермического окисления в рабочих полостях DOC-нейтрализатора температура ОГ повышается до 600...800 °С, что обеспечивает выгорание частиц, накопленных в сажевом фильтре. После сажевого фильтра в системе выпуска установлен блок селек-

тивного каталитического восстановления SCR, предназначенный для нейтрализации оксидов азота. Для работы блока SCR требуется специальная азотосодержащая присадка на основе водного раствора мочевины, которая из дополнительного бака AdBlue подаётся и впрыскивается в выпускную систему перед нейтрализатором SCR. Под воздействием высокой температуры отработавших газов на участке термоллиза происходит распыливание, испарение и гомогенное распределение паров раствора мочевины по сечению впускного тракта SCR-нейтрализатора и первый этап её разложения на аммиак и изоциановую кислоту



На гидролизном участке проводится разложение изоциановой кислоты на углекислоту и аммиак



Изоциановая кислота и особенно аммиак являются активными элементами процесса, происходящего непосредственно в каталитическом нейтрализаторе SCR, в котором содержащиеся в отработавших газах оксиды азота восстанавливаются до двухатомного азота и водяного пара



Несмотря на точную дозировку впрыскивания присадки часть аммиака может не участвовать в реакции и попасть вместе с отработавшими газами в окружающую среду. Чтобы не допустить такой утечки, после основного каталитического нейтрализатора восстановления оксидов азота устанавливается дополнительный нейтрализатор окисления аммиака АОС. Для согласования работы всех систем используется ЭБУ, считывающий сигналы от датчиков и выдающий управляющие сигналы. В нём заложено

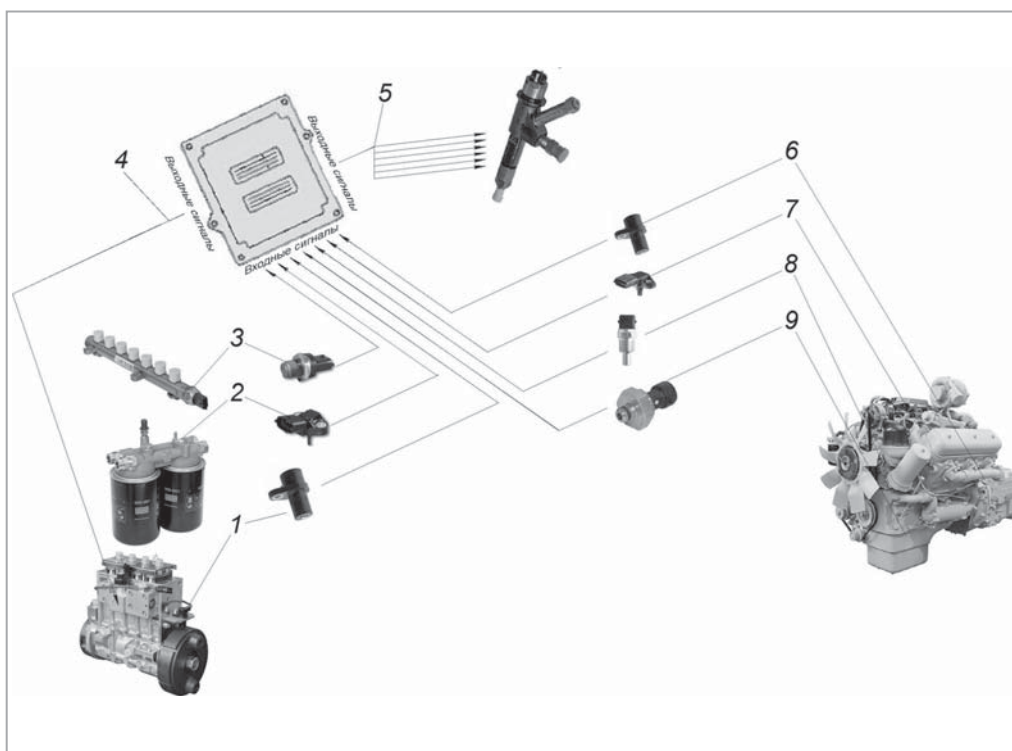


Рис. 3. Структурная схема связей электронного блока управления с внешними информационными датчиками и исполнительными элементами КАТС дизеля. Входные сигналы: 1 – датчик синхронизации распределительного вала; 2 – датчик давления и температуры в контуре низкого давления топлива; 3 – датчик давления в контуре высокого давления; 6 – датчик синхронизации коленчатого вала; 7 – датчик давления и температуры во впускном коллекторе; 8 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 9 – датчик давления масла; выходные сигналы: 4 – управляющий сигнал на регулятор топлива; 5 – управляющий сигнал на форсунки

программное обеспечение, разработанное на основе математического моделирования рабочего цикла двигателя, термодинамических и термохимических процессов в антиоксидантных системах и устройствах, расположенных в выпускной системе [6]. В частности, на основе математического моделирования проводится оптимальное дозирование подачи дополнительного топлива перед DOC-нейтрализатором и раствора мочевины на вход в SCR-нейтрализатор.

Рассмотрим концепцию современной ЭСУД на примере создания для дизеля ЯМЗ-6566 электронной системы управления с разрабатываемой в ФГУП НАМИ СНОГ. Главным элементом

системы является электронный блок управления топливоподачей дизеля. Основные входные и выходные связи этого электронного блока с исполнительными элементами представлены на рис. 3.

Сигналы поступают в ЭБУ, который перерабатывает полученную информацию и управляет исполнительными механизмами системы топливо- и воздухоподачи в двигатель, элементами систем охлаждения, турбонаддува, рециркуляции и нейтрализации отработавших газов.

Микропроцессорные системы управления впрыском топлива являются неотъемлемой частью перспективного дизеля. Задача системы впрыска для

современных дизелей состоит в том, чтобы подавать топливо под высоким давлением в нужном количестве, в указанном диапазоне и по определённому закону. Принципиально система впрыска должна обеспечивать качественное смесеобразование, необходимое для эффективного процесса сгорания. Регулирование нагрузки и частоты вращения коленчатого вала дизеля производится изменением величины цикловой подачи.

Реализация концепции электронного регулирования позволяет осуществлять различные дополнительные возможности:

- регулирование плавности хода и скорости движения автомобиля;
- регулирование давления наддува;
- регулирование оптимальной подачи присадок-активаторов на вход в DOC-нейтрализатор и фильтр DPF (фильтр дисперсных углеводородных частиц) для обеспечения их эффективной работы и условий регенерации;
- подачу раствора мочевины в блок SCR восстановления оксидов азота.

Современные системы цифровой обработки данных позволяют значительно расширить возможности управления агрегатами автомобиля. Многие параметры могут контролироваться одновременно, что позволяет агрегатам работать оптимально. Улучшение характеристик двигателей становится возможным за счёт обеспечения их работы на предельных значениях параметров рабочего процесса в широком диапазоне частот вращения вала двигателя и сохранения этих параметров в процессе длительной эксплуатации. Следует также иметь в виду и тот эффект, который может быть получен за счёт автоматической коррекции алгоритма управления в зависимости от ряда возмущающих факторов, таких, как тепловое состояние двигателя, атмосферные условия, качество топлива и другие. Этот эффект в традиционных

системах управления практически до сих пор не удавалось реализовать.

Основной элемент ЭСУД автомобильного двигателя – микропроцессорный блок управления, который является центром управления работой дизеля. Выполнение программы управления принимает на себя микроконтроллер, который управляет всей электронной системой дизеля в соответствии с заданным программным обеспечением. С помощью входных сигналов он управляет выходными каскадами блока управления, генерирующими выходные сигналы для управления исполнительными механизмами.

Коммутационные сигналы служат для включения и выключения исполнительных механизмов (например, форсунки для подачи присадки-активатора AdBlue для восстановления оксидов азота в блоке SCR-нейтрализатора системы выпуска дизеля).

Цифровые выходные сигналы могут генерироваться как сигналы широтно-импульсной модуляции. Они используются для управления временем-сечением электромагнитной форсунки, которая обеспечивает дозирование подачи присадки-активатора AdBlue в систему выпуска на вход блока SCR-нейтрализатора для восстановления оксидов азота в зависимости от режима работы дизеля.

Периферийные системы, поддерживающие работу микроконтроллера, имеют возможность обмена с ним сигналами, что происходит через адресную шину и шину данных.

В системе Common Rail постоянное высокое давление топлива поддерживается непрерывно работающим ТНВД. Контур регулирования давления топлива в аккумуляторе состоит из датчиков давления, электронного блока управления работой дизеля, электромагнитного клапана регулирования давления топлива в аккумуляторе (см. рис. 3). Все это определяет величину давления впрыскивания.

Электромагнитные управляющие клапаны электромагнитных форсунок определяют момент начала и продолжительность впрыскивания топлива соответственно различным режимам работы дизеля. Давление впрыскивания, таким образом, не зависит от момента начала и продолжительности впрыскивания. Это делает возможным осуществление других дополнительных процессов впрыскивания наряду с основным впрыскиванием, от которого зависит крутящий момент дизеля [2].

Действительная величина подачи топлива обусловлена давлением и продолжительностью впрыскивания. Система обеспечивает требуемые дополнительные впрыскивания с очень маленькими величинами подачи топлива.

В заключение следует отметить, что современный дизель необходимо рассматривать как нестационарный многомерный стохастический объект, требующий особых подходов в управлении. Один из таких подходов – это использование операционной системы реального времени (ОСРВ). Под ОСРВ понимается система, которая позволяет, оставаясь в заданных временных рамках, принимать и обрабатывать сигналы, выполнять без задержек основной алгоритм программы. Другими словами, ОСРВ – это система с чётко настроенными временными параметрами и приоритетами выполняемых задач. ОСРВ работает под управлением диспетчера операционной системы.

Литература

1. Каменев В.Ф. Перспективы улучшения токсических показателей дизельных двигателей автотранспортных средств массой более 3,5 т / А.А. Демидов, П.А. Щеглов // Труды НАМИ: сб. науч. ст. – М.: НАМИ, 2014. – Вып. № 256. – С. 5-24.
2. Тер-Мкртчян Г.Г., Мазинг М.В., Ветошников А.Г. Обеспечение малотоксичного рабочего процесса форсированных перспективных дизельных двигателей // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: www.science-education.ru/111-10237.
3. Тер-Мкртчян Г.Г., Мазинг М.В. Современное состояние и перспективы развития топливной аппаратуры автотракторных дизелей // Двигателестроение. – 2014. – № 1. – С. 30-35.
4. Тер-Мкртчян Г.Г. Комбинированные аккумуляторные системы с мультипликаторами давления – новый этап развития топливной аппаратуры дизелей грузовых автомобилей / Г.Г. Тер-Мкртчян, А.А. Демидов, Е.Е. Старков // Труды НАМИ: сб. науч. ст. – М.: НАМИ, 2013. – Вып. № 255. – С. 86-110.
5. Каменев В.Ф. Улучшение энергетических и экологических характеристик дизеля с комплексной системой снижения вредных выбросов путём использования активирующей присадки водородосодержащего компонента / П.А. Щеглов // Труды НАМИ: сб. науч. ст. – М.: НАМИ, 2014. – Вып. № 259. – С. 72-78.
6. Каменев В.Ф. Принципы построения математической модели современного малотоксичного дизеля для транспортных средств и сельхозмашин / П.А. Щеглов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 1. – С. 3-8.

Роскосмос создаст ракетный двигатель на метане

Роскосмос планирует начать разработку ракетного двигателя на природном газе в ближайшее время. Финансирование соответствующей разработки заложено в проекте Федеральной космической программы на 2016-2025 гг. (ФКП), направленном на согласование в министерства. Работы по созданию двигателя на метане предусмотрены опытно-конструкторской работой «Двигательные установки средств выведения» («ДУ СВ»). В рамках «ДУ СВ» планируется разработка базовых элементов маршевых двигательных установок на кислородно-углеводородном топливе. На ОКР «ДУ СВ» Роскосмос просит выделить 25,223 млрд руб. (в этом году 470,8 млн руб.), однако не все средства предназначены на создание метанового двигателя. В «ДУ СВ» включены работы по созданию опытных образцов жидкостных ракетных двигателей нового поколения, оснащенных системой диагностики и аварийной защиты, и базовых элементов двигателей на основе композитных материалов, а именно – сопел, сопловых насадок радиационного охлаждения и донных экранов.

Как рассказал один из составителей проекта ФКП, планируется сделать демонстратор двигателя на метане несмотря на то, что носитель с таким двигателем пока строить не предусмотрено. Тем самым будет обеспечен задел, который не позволит допустить отставание от зарубежных конкурентов в плане технологий. Пока речь идет о создании двигателя средней тяги для второй ступени перспективной ракеты. Изначально задумывалось, что метановыми двигателями будет комплектоваться ракета «Феникс» (ее разработка также запланирована проектом ФКП). Но позднее с учетом ситуации с бюджетом решили принципиально новую ракету



не делать, а вернуться к идее воссоздания российского «Зенита» с модернизированным двигателем РД-171.

Возможность использования метана в качестве ракетного топлива изучалась еще в СССР. В России тема метановых двигателей прорабатывалась химкинским НПО «Энергомаш», воронежским Конструкторским бюро химавтоматики и самарским ЦСКБ «Прогресс». В 2012 г. в НПО «Энергомаш» прошел научно-технический совет по созданию ракетного двигателя, работающего на природном газе, где было предложено начать разработку однокамерного двигателя тягой в 200 т на топливе жидкий кислород – сжиженный метан.

В 2014 г. ЦСКБ «Прогресс» представило свое видение ракеты будущего – это перспективный носитель сверхтяжелого класса, все двигатели которого работают на сжиженном природном газе (СПГ). При этом самарцы обосновывали свой выбор метана в качестве топлива следующими аргументами: «Предлагаемое горючее является перспективным, активно осваивается другими отраслями промышленности, обладает более широкой сырьевой базой по сравнению с керосином и низкой стоимостью – это является важным моментом, учитывая срок создания и планируемый период эксплуатации комплекса, а также возможные (прогнозируемые) проблемы производства керосина через 30-50 лет».

В ЦСКБ уже ощущают проблемы



производства ракетного керосина. Ракеты «Союз», которые делают в Самаре, сейчас летают на искусственно созданном топливе, потому что изначально для создания керосина для этих ракет использовались только определенные сорта нефти из конкретных скважин. В основном это нефть Анастасиевско-Троицкого месторождения в Краснодарском крае. Но нефтяные скважины истощаются, и ныне используемый керосин является смещением композиций, которые добываются из нескольких скважин. По оценкам экспертов, проблема дефицита здесь будет только усугубляться.

В ЦСКБ «Прогресс» посчитали, что использование двигателей на СПГ позволит «обеспечить относительно низкую стоимость пуска (в 1,5-2 раза ниже, чем на керосиновых двигателях), более высокие экологичность и удельные характеристики, единый тип двигателя и топлива «СПГ + жидкий кислород», что значительно упростит наземную инфраструктуру».

Главный конструктор НПО «Энергомаш» Владимир Чванов ранее заявлял в прессе, что с конструкционной точки зрения метан привлекателен при создании многоразовых носителей.

– Метановое топливо более приемлемо с точки зрения создания двигателя многоразового использования и летательного аппарата многоразового применения, – пояснял Чванов. – В то же время удельный импульс у двигателя на СПГ высокий, но это преимущество нивелируется тем, что у метанового топлива меньшая плотность, поэтому в сумме получается незначительное энергетическое преимущество.

Метановый двигатель упоминают применительно к полетам на Марс: считается, что марсианскую ракету есть смысл комплектовать метановым двигателем, так как метан можно синтезировать из воды и диоксида углерода из атмосферы Марса.

По материалам <http://izvestia.ru/news/601574>,
фото пресс-службы Роскосмоса

Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России

Группа CREON совместно со Всемирным фондом дикой природы (WWF) России при участии Национального рейтингового агентства (НРА) и Минприроды РФ во второй раз представила итоги рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний России.

В московской гостинице «Балчуг Кемпински» 9 декабря прошлого года прошла торжественная церемония презентации результатов рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний России. Рейтинг является совместным проектом группы CREON и Всемирного фонда дикой природы (WWF) России, призванным стимулировать участников отечественного нефтегазового сектора к тому, чтобы включить природоохранную деятельность в число своих стратегических приоритетов. Критерии рейтинга сгруппированы в три раздела, оценивающих качество экологического менеджмента компаний, степень их воздействия на окружающую среду и уровень их информационной открытости.

Церемонию открыл глава группы CREON Фарес Кильзие. В своем ответственном слове он отметил, что за прошедший год организаторами рейтинга и нефтяными компаниями была проведена совместная работа по усовершенствованию его методологии. Фарес Кильзие подчеркнул, что благодаря этому рейтинг стал более точно отражать экологическую ситуацию в отрасли.

Менеджер Проекта Программы развития ООН, Глобального экологического фонда (ГЭФ) и Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Проект ПРООН/ГЭФ–Минприроды РФ) Светлана Шейнфельд обратила

внимание аудитории на то, что в нынешнем году был расширен критерий рейтинга, предписывающий компаниям иметь программы по сохранению биоразнообразия в регионах своего присутствия. Отныне стали учитываться дополнительные показатели – объем затрат на проекты по сохранению биоразнообразия, уровень доступности документации по биоразнообразию в сети Интернет и др. Светлана Шейнфельд выразила уверенность, что увеличение числа показателей по вопросам сохранения биоразнообразия в корпоративной политике и практике нефтегазовых компаний будет стимулировать их уделять больше внимания этому аспекту деятельности по защите окружающей среды.

Более подробно об изменениях в методологии рейтинга рассказал руководитель программы по экологической политике ТЭК WWF России Алексей Книжников. Он указал, что в число участников рейтинга была включена компания «Транснефть», которая является монопольным оператором магистральных нефтепроводов России. Другим изменением в методологии, на котором остановился Алексей Книжников, стало расширение раздела «Экологический менеджмент» за счет таких критериев, как деятельность подрядчиков в области охраны окружающей среды и добровольное страхование экологических рисков. Еще одной корректировкой оказалось исключение из раздела «Воздействие на окружающую среду» параметров, касающихся нарушенных и загрязненных земель.

Ведущий аналитик Национального рейтингового агентства Александр Пахалов посвятил свое выступление вопросу открытости экологической информации, предоставляемой компаниями. Большинство из них (14 из 21) публикуют экологическую отчетность, однако лишь у девяти она соответствует международным требованиям отчетности в области устойчивого развития (GRI), остальные же пять

при ее составлении руководствуются внутрикорпоративными стандартами. Меньшинство компаний не публикуют нефинансовую отчетность, ограничиваясь размещением кратких данных об экологических аспектах деятельности на собственных сайтах.

В завершающей части церемонии глава группы CREON Фарес Кильзие и генеральный директор Национального рейтингового агентства Виктор Четвериков вручили дипломы представителям компаний, занявшим три первых места в рейтинге. В нынешнем году сводную таблицу возглавил «Сургутнефтегаз», за которым последовали Газпром и «Сахалин Энерджи», при этом Газпром оказался лидером в разделе «Воздействие на окружающую среду», а «Сахалин Энерджи» – в разделах «Экологический менеджмент» и «Раскрытие информации».

Дипломами также были удостоены компании, добившиеся наибольшего прогресса по улучшению своего рейтинга: ими стали «Тоталь РРР» и «Эксон НЛ», за год поднявшиеся на шесть и семь строк соответственно. Помимо этого, дипломы получили такие компании, как «Сахалин Энерджи», оказавшаяся лидером по дополнительным критериям в области сохранения биоразнообразия, и «Зарубежнефть», предоставившая наиболее полную нефинансовую отчетность.

После подведения итогов рейтинга состоялась открытая дискуссия между организаторами и партнерами в проведении рейтинга, а также представителями нефтегазовых компаний. В ее ходе, кроме прочего, был затронут вопрос дальнейших изменений в методологии составления рейтинга. Как отметил Алексей Книжников, одним из таких изменений в будущем году может стать включение дополнительных критериев по вопросам сохранения биоразнообразия в состав показателей для определения общего рейтинга, однако этому может предшествовать их доработка.

Семинар Международного делового конгресса «СПГ на автомобильном транспорте»

Е.Н. Пронин, главный специалист ООО «Газпром экспорт»

Часть 1. Семинар по СПГ в Екатеринбурге

Как сообщалось в журнале НГА^{*}, 28 октября 2015 г. в Екатеринбурге прошел семинар «СПГ на автомобильном транспорте», организованный под эгидой Мирового делового конгресса (МДК – IBC). Его подготовили и провели компании Е.Оп, ООО «Газпром газомоторное топливо», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», Управление «Уралавтогаз» и ООО «Газпром экспорт».



Участники семинара в Екатеринбурге

Екатеринбургский семинар стал первым в серии из четырех мероприятий, проведение которых было запланировано в рамках проекта МДК в Риге (11.11), Праге (24.11) и Берлине (9.12).

Цель семинаров заключалась в том, чтобы получить мнение экспертов из различных секторов газомоторного рынка о перспективах применения сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива для автомобильного (а для России ещё и железнодорожного) транспорта, а также о факторах, сдерживающих устойчивое развитие в сегменте СПГ.

Участники семинара в Екатеринбурге сошлись в том, что основным сдерживающим фактором являются нормы проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, связанных с производством, хранением и реализацией СПГ, эксплуатацией газовой техники. Пока российские нормы имеют дестимулирующий характер, поскольку влекут за собой значительное повышение капитальных и эксплуатационных затрат на инфраструктуру. Необходима также гармонизация российских и зарубежных требований по ключевым вопросам.

Среди факторов, сдерживающих развитие рынка СПГ для транспорта, участники семинара назвали также проблемы с отводом земли под АГНКС и КриоАЗС. Цикл создания объекта от подачи первых документов до ввода объекта в эксплуатацию в России занимает до трех лет. Львиная доля этого времени – два, а то и более

^{*} Встречными маршрутами // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 6 (48). – С. 12-14.

года – приходится на оформление земельного участка. Для сравнения, в Чехии полный цикл создания АГНКС (бумаги + стройка) составляет около одного года.

Кроме развитой бюрократии и недоразвитой инфраструктуры заправок к проблемам российского рынка участники семинара МДК в Екатеринбурге отнесли скупые государственные субсидии на закупку подвижного состава на газовом топливе, недружественную налоговую политику, дефицит отечественной автомобильной техники на СПГ заводского производства, завышенные цены газобаллонного оборудования и машин и многие другие.

В целом получился долгий и откровенный разговор, в процессе которого остро ставились насущные вопросы. На семинаре был сделан вывод, что процесс перевода транспорта на СПГ требует совместной работы всех заинтересованных участников.

Часть 2. Семинар по СПГ в Риге (Латвия)

11 ноября 2015 г. в Риге прошел второй международный семинар «СПГ на автомобильном транспорте». Организаторами выступили компании E.On, ООО «Газпром газомоторное топливо», ООО «Газпром экспорт». Активную роль в подготовке семинара сыграло рижское Представительство Газпрома.



Участники семинара в Риге

В рижском семинаре участвовали около 30 сотрудников различных организаций из стран Балтии. Латвию – хозяйку мероприятия – представляли Министерство транспорта, Ассоциация пассажирских перевозчиков, Latvijas Gaaze, Latvijas Auto, Nordeka, Gasliner Latvia, Rigas Satiksme, Jurmala Bas Par, Itera Latvia. Из Эстонии приехали давнишние коллеги из Eesti Gaas и новые партнеры из Jet gas. От Литвы зарегистрировались руководители компании SG Dujos Auto. Очень полезным было участие в семинаре директора Калининградского филиала ООО «Газпром ГМТ».

Специалисты обсудили перспективы применения сжиженного метана на автомобильном транспорте Литвы, Латвии и Эстонии. В более широком контексте речь шла о формировании балтийского метанового коридора от Финляндии через Россию, Прибалтику и Польшу в Германию и интеграции этого коридора в общую евразийскую инфраструктуру СПГ для автомобильного, железнодорожного, водного и авиационного транспорта.

Автомобильный транспорт региона находится не в самом лучшем состоянии. По данным Эстонского союза предприятий по продаже и обслуживанию автомобилей (AMTEL), более 74 % легковых автомобилей Балтии имеют возраст более 10 лет. Ассоциация AMTEL констатирует дальнейшее старение парка: с 2013 г. средний возраст эстонских машин увеличился еще на год; в 2014-м средний возраст машин в Литве и Эстонии составлял уже 14 и 15 лет соответственно.

Исполнительный директор ассоциации AMTEL Арно Силлат еще совсем недавно имел основания опасаться, что в Эстонии мог бы «установиться статус автомобильной помойки Европейского Союза» (<http://rus.postimees.ee>).

По мнению аналитиков Генеральной дирекции Еврокомиссии по экономике и финансам, в Европейском Союзе автомобильный транспорт Литвы, Латвии и Эстонии остается самым неэффективным по энергетике и самым грязным по выбросам CO (http://ec.europa.eu/economy_finance). Автомобильный транспорт Эстонии и Латвии ответственен примерно за треть выбросов парниковых газов. В Литве на долю автотранспорта приходится четверть от общего объема. Две трети всех этих выбросов генерируют легковые автомобили.

Однако нельзя сказать, что в автомобильной экологии Балтии ничего не происходит. По данным European Environment Agency (2013 г.), с 2000 по 2012 г. выбросы CO₂ новыми легковыми автомобилями сократились в среднем в странах Балтии на 14 %. При этом среднебалтийский уровень выбросов углекислого газа составляет 149 г/км, а среднеевропейский – 130 г/км.

В сегментах грузовых и пассажирских перевозок дела обстоят не лучше. Многочисленный старый парк автобусов и грузовиков по выбросам соответствует нормам Евро-2 и Евро-3. Обновление подвижного состава за счет машин Евро-4 и выше идет медленно.

Евросоюз видит несколько путей сокращения автомобильных парниковых выбросов: повышение налогов и сборов с владельцев легковых автомобилей, более интенсивное использование железных дорог и аккумуляторных электромобилей. Есть также понимание того, что нужна развитая инфраструктура. Однако средств на неё не хватает. Вот и продолжает Прибалтика оставаться самым загрязненным уголком Евросоюза.

Удивительно, что политики не видят самого очевидного и экономичного решения: перевод на КПП и СПГ общественного, коммунального и грузового транспорта. Достаточно оказывать незначительную поддержку муниципалитетам, и частный бизнес будет инвестировать развитие инфраструктуры.

Эстония

Абсолютной доминантой в топливном балансе Эстонии является дизельное топливо. На его долю приходится более 70,3 %, доля бензина равна 29,3 %, СУГ – 0,2 %, КПП и электричество – по 0,1 %.

Если на уровне правительства осознания необходимости газификации транспорта пока нет, то на корпоративном уровне предпринимаются конкретные шаги. Так, в Таллине проведена демонстрация автобуса Solbus на СПГ. Компания Reola Gaas ведет подготовку опытной эксплуатации карьерного самосвала БЕЛАЗ на метане.

Компания Eesti Gaas эксплуатирует уже пять АГНКС: две в Таллине и по одной в Нарве, Пярну и Тарту. Реализация КПП в 2014 г. составила почти 1 млн м³. В 2015-м объем реализации ожидается на уровне 1,7 млн. Хотя спрос на КПП постоянно растёт, две из пяти АГНКС Эстонии пока убыточны из-за незначительного числа потребителей.



Автобус MAN на АГНКС в Пярну

Правительство Эстонии не предоставляет участникам газомоторного рынка каких-либо льгот. Единственным стимулом является пока то, что КПГ не имеет акцизного налога. Однако специалисты уверены, что в 2017 г. акциз на автомобильный метан будет введён.

Тему СПГ в Эстонии развивает только частная компания Jet Gas. Она импортирует СПГ из России и использует его для автономной газификации потребителей на острове Саарема. В планах компании – строительство малотоннажных терминалов и заправочных комплексов СПГ (в том числе для автомобильного транспорта) и доведение спроса на него к 2020 г. до 80 тыс. т в год.

Главными тормозами развития эстонского газомоторного рынка, по мнению экспертов, являются:

- отсутствие сформулированной налоговой стратегии и мер стимулирования участников ГМТ-рынка;
- политическая и финансовая поддержка биотоплива из возобновляемых источников и электричества;
- недостаточное развитие нормативной базы;
- конкуренция с СУГ.

Интересно, что чиновники многих стран, как сговорившись, рассуждают о высокой стоимости газовой техники и дефиците средств на её закупку: цена газовой версии, например, автобуса на 30 тыс. евро выше, чем дизельной модели. Однако при этом они же тратят немалые бюджетные средства на НИОКР в области биометана и водорода.

Латвия

После закрытия газовых станций советской постройки тема газификации надолго в этой стране была забыта. Сейчас в Латвии работает только одна АГНКС (в Риге на территории компании Latvias Gaase) и один мобильный комплекс в Юрмале.

Тем не менее предпосылки для газификации транспорта всё же есть. Доля транспорта в общем объёме загрязняющих выбросов составляет 14 %. В связи с этим политическое давление на транспортников увеличивается. От них требуется до 2020 г. сократить объёмы выбросов CO₂ на 10 %. Кроме того, 10 % моторного топлива в транспортном комплексе должно поступать из возобновляемых источников.

Не исключено, что, начиная с 2016 г., для достижения этих показателей транспортникам будут выделять дотации. В том числе возможно на закупку метановой техники. Пока же акцент делается на электротранспорт и биотопливо.

Отношение специалистов к электротранспорту однозначное: технология неоправданно дорога. Если газовый автобус стоит примерно на 30 % дороже дизельного аналога, то электробус обойдется вдвое дороже. Только аккумуляторная батарея для него стоит около 100 тыс. евро – половину стоимости дизельного автобуса. А менять эту батарею нужно раз в пять лет.

В Рижском автобусном парке при поддержке Рижской думы активно обсуждают перевод подвижного состава на водород. При этом о серийных производителях водородных автомобилей сегодня не известно. Поэтому разговоры о водородных автобусах для Рижского парка – не более чем уход от решения реальных экологических и экономических проблем города.

Аналогичный урок уже выучили в Юрмале. Тамшний автобусный парк намеревался перейти на биометан. Однако потенциальный поставщик биометана не смог найти экономное решение для очистки биогаза. Поэтому автобусный парк из 10 машин перешел на КПП. Заправку парка осуществляла компания GazLiner Latvia, которая использовала для этих целей мобильный комплекс. Во время опытной эксплуатации комплекс GasLiner за 90 мин параллельным способом заправлял 10 автобусов по 60 м³ газа каждый.

Отсутствие государственного регулирования цены на автомобильный природный газ в Латвии, по мнению автоперевозчиков, также сдерживает развитие национального рынка КПП и СПГ. Сегодня дизельное топливо стоит примерно один евро/л. КПП примерно на 20 % дешевле. На СПГ в Латвии цены вообще нет, так как нет на рынке такого продукта. По оценке специалистов, справедливая цена на него должна составлять примерно 0,83 евро за килограмм.

Сдерживает развитие ГМТ-рынка Латвии отсутствие нормативной базы, инфраструктуры, системы сервиса газовых автомобилей. Однако транспортники в целом готовы переходить на газ при наличии минимальных рисков.

Калининградская область, Россия

Приятным сюрпризом для многих стала информация директора Калининградского филиала ООО «Газпром газомоторное топливо» Радика Хазиева. Еще три года назад в области не было ни одной газовой машины. Сегодня их уже полторы сотни. В ближайшем будущем в дополнение к АГНКС будет открыта криозаправка. Цена КПП равна 10 руб./м³.

Дальнейшее развитие региональной сети заправок КПП планируется на основных транспортных направлениях: в самом Калининграде, а также в Багратионовске, Советске и Черняховске. Здесь будут организованы площадки для ПАГЗ, которые призваны удовлетворить начинающийся спрос на первом этапе, а потом будут заменены стационарными АГНКС. Всего по области нужны 17 точек заправки метаном.

СПГ в регионе уже есть. Под Калининградом с декабря 2014 г. функционирует комплекс малотоннажного сжижения природного газа производительностью 3 т/ч. Компания планирует в ближайшее время построить КриоАЗС.

Часть 3. Семинар по СПГ в Праге

24 ноября 2015 г. в Праге прошел третий семинар Международного делового конгресса «СПГ на автомобильном транспорте», организованный компаниями VEMEX s.a. («дочка» Gazprom Germania GmbH, Группа Газпром), ООО «Газпром газомоторное топливо» и Группа компаний E.On.

Семинар МДК приурочен к крупнейшей в Чешской Республике выставке Czechbus-2015, и оба мероприятия посвящены в основном сектору автомобильных пассажирских перевозок. На выставке были представлены автобусы почти всех крупнейших производителей в Европе. Большинство из участников показали машины на альтернативных энергоносителях. Но только Группа Газпром представила городской автобус Solcity на СПГ от польского производителя Solbus. По уровню выбросов автобус соответствует нормам Евро-6.



Автобус Solcity на СПГ соответствует нормам выбросов Евро-6

Организаторы собрали более пятидесяти представителей чешских министерств, автотранспортных предприятий, изготовителей газовых автомобилей, производителей криогенного оборудования, баллонов для КПП, компрессорного оборудования, девелоперов газозаправочной инфраструктуры.

Нужно сразу оговориться, что в Чехии пока нет опыта эксплуатации автомобилей на СПГ. Однако некоторые компании заявили о намерениях начать освоение этого сегмента рынка уже в ближайшее время. Готовности чешского рынка внедрить криогенные технологии способствует не только активно развивающийся сегмент КПП, но и наличие собственного производства оборудования для сжиженного метана.

За последние 10 лет Чешский газомоторный рынок получил серьезное развитие. Это отражают ключевые индикаторы (парк газовых автомобилей, численность АГНКС, спрос на КПП), наличие развитой национальной газомоторной промышленности, степень вовлечения предприятий газовой промышленности в ГМТ-рынок, позиция органов государственного управления и т.д.

Чешский ГМТ-рынок начал развиваться крайне медленно, однако к середине 2010-х гг. темпы ускорились. По состоянию на конец 2015 г. Чехия занимала 10-е место в Европе по реализации КПП автотранспорту (38 млн м³) и восьмое – по численности АГНКС (110 станций) и парку метановых автомобилей (12 тыс., включая 800 пассажирских автобусов).

В республике сформировалась весьма развитая газомоторная отрасль по производству газовых автобусов (Tedom, SOR), легковых автомобилей (Skoda Octavia G-Tec), криогенной техники для СПГ, включая стационарное и передвижное заправочное оборудование (Chart industries), сосудов высокого давления (Vitkovice).

Важно, что выпускаемое в Чехии газоиспользующее и газозаправочное оборудование полностью экспортопригодно и пользуется спросом.



Новая автоматическая АГНКС компании Vemex в Праге

Уверенность в завтрашнем дне газомоторного рынка Чехии дает позиция органов исполнительной власти. На семинаре присутствовали и выступили представители министерств транспорта, промышленности и торговли, охраны окружающей среды. Они рассказали о том, что исполняя Директивы Евросоюза 2014/94 Чехия разрабатывает Национальный план действий «Чистая мобильность». План направлен на внедрение альтернативных видов моторного топлива на транспорте и преследует следующие стратегические цели:

- сокращение выбросов загрязняющих веществ от транспорта, особенно в городах;
- снижение зависимости от жидкого топлива;
- диверсификация источников моторного топлива;
- повышение эффективности топливного баланса на транспорте;
- развитие промышленности Чешской Республики.

Национальный план должен быть утвержден в октябре 2016 г. На основе рекомендаций ЕС по плотности сети (150 км для АГНКС и 400 км для КриоАЗС) План будет включать три инфраструктурных раздела:

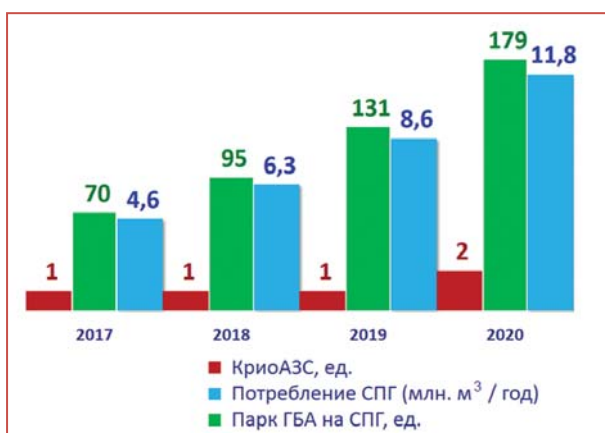
- создание минимальной инфраструктуры для заправки/зарядки транспорта альтернативными видами топлива до 2020 г.;
- развитие заправочной инфраструктуры вдоль главных транспортных коридоров TEN-T до 2025 г.;
- строительство баз бункеровки речных судов сжиженным природным газом до 2030 г. в ключевых портах TEN-T (для Чехии речь идет о реке Эльба).

Национальный план действий предусматривает развитие СПГ-сегмента газомоторного рынка. Нельзя назвать эти цифры очень амбициозными. Однако основа будущего рынка СПГ вполне просматривается.

Как ни парадоксально, но развитие газомоторного рынка сдерживает позиция чиновников из Европейского Союза. Они требуют, чтобы к 2020 г. во всех странах ЕС акцизами были обложены все виды моторного топлива. Такое

«выравнивание» налогового ландшафта в условиях неравномерной политической и экономической поддержки альтернатив бензину и дизельному топливу неизбежно приведет к подорожанию КПГ и СПГ в тех странах, где сегодня пока акциза на метан нет.

К другим проблемам рынка, требующим решения, относятся: отсутствие единой системы нормирования объектов ГМТ-бизнеса, системы технического обслуживания газовой техники, требований противопожарной безопасности. Отсутствуют также меры поддержки



Программа развития сегмента СПГ в Чехии

предпринимателей, нет программ информирования населения.

На выставке Czechbus-2015 были показаны различные пассажирские транспортные средства, использующие альтернативные топливные подходы. В частности, автобусы на КПГ продемонстрировали гранды Mercedes, IVECO, Scania. Чешский газовый автопром был представлен компанией SOR. В классе автобусов на СПГ пока был только польский Solbus.



Автобусы Mercedes и IVECO



Автобус большого класса SOR CNG 12



Solbus на СПГ



Часть 4. Семинар по СПГ в Берлине

9 декабря 2015 г. в Берлине прошел заключительный семинар МДК «СПГ на автомобильном транспорте». Организовали семинар немецкие компании E.On и Erdgas Mobil.

Об интересе германских коллег к предложенной теме свидетельствует состав гостей и докладчиков. В семинаре приняли участие более 30 представителей различных организаций и компаний ФРГ: Бундестага, министерств транспорта и инфраструктуры, экономики и энергетики, Союза автомобильной промышленности, Daimler Buses, MAN SBRE, MAN Truck & Bus, IVECO Magirus, Volvo Group Truck.

Можно сказать, что представители европейского автопрома единодушно и однозначно высказались в пользу перехода на КПП и СПГ в первую очередь тяжелой техники – автобусов и грузовиков.

Продукция компании IVECO охватывает впечатляющую гамму машин различного назначения: грузовики (кузовные и магистральные тягачи), автобусы (городские, междугородные, туристические), экскаваторы, тракторы, комбайны, карьерные самосвалы, военные и противопожарные автомобили, фургоны и джипы. Компания активно работает в области повышения топливной экономичности и экологической безопасности. Цель такая же, как и у других: обеспечить выполнение норм токсичности Евро-6. Для достижения этой цели IVECO работает по двум главным направлениям: в области силовых схем (электропривод, параллельные и последовательные гибридные схемы) и в области альтернативных видов моторного топлива (метановодородные смеси, биотопливо нового поколения, природный газ).

На сегодняшнем уровне развития науки и техники дальнейшее совершенствование двигателей и нефтяного топлива не гарантирует получение желаемого результата за приемлемые средства. Как считают специалисты IVECO, дальнейшее ужесточение норм токсичности отработавших газов создаст серьезные проблемы для дизельных автомобилей.

Кроме эколого-экономических преимуществ, компания IVECO предлагает гибкий подход к требованиям конкретных заказчиков. Дальность пробега на одной заправке является критическим показателем. В зависимости от типа работы – местные, региональные или дальнемагистральные перевозки – автомобиль может быть оснащен соответствующей системой хранения природного газа: КПП, СПГ или их комбинация. Дальность пробега газового грузовика IVECO Stralis доведена до 1000 км, что делает машину вполне конкурентоспособной во всех сегментах перевозок.

Оппоненты природного газа на транспорте муссируют тему потерь топлива за счет нагревания и выкипания криогенного топлива. Опыт эксплуатации грузовиков IVECO Stralis на СПГ опровергает этот тезис: непроизводственных потерь сжиженного метана нет. Данный аргумент противников газификации транспорта оказался, как и многие другие, несостоятельным.

В заключение представитель IVECO Манфред Кюльмайер подчеркнул, что среди ключевых критериев выбора автомобиля для перевозчика важны цена топлива и машины, её качество, наличие инфраструктуры и вторичного рынка.

Выводы специалистов IVECO поддержал представитель другого крупнейшего автопроизводителя – компании MAN Йоахим Тайле-Охель. По его словам, для выполнения норм Евро-6 дизельный автомобиль необходимо оснастить системой

рециркуляции отработавших газов, трехкомпонентным каталитическим нейтрализатором, системой хранения и впрыска мочевины. Для газового двигателя достаточно иметь только нейтрализатор. Использование природного газа позволяет обеспечить выбросы CO₂ на уровне 124 г/км.

«Атака на газ, – именно так выразился Й.Тайле-Охель, – идет не со стороны нефтяников. Всё сильнее внедрению метана сопротивляются сторонники электро-транспорта. Представитель IVECO подчеркнул, что природный газ предпочтительнее электричества. Суммарные выбросы по цепочке «от скважины до колеса» у природного газа ниже, стоит метан меньше, а газовая заправочная инфраструктура развита лучше, чем электрическая. Автопроизводители должны учитывать все эти факторы при выработке бизнес-стратегии».

Компанию MAN нельзя заподозрить в некомпетентности. Она работает с газовыми автомобильными двигателями с 1943 г. и освоила системы управления подачей газа трех поколений – от карбюраторных до впрысковых. Только с 2000 по 2013 г. компания продала в 22 европейских странах 8 тыс. газовых автобусов и грузовиков. В одной только Швеции сегодня работают более тысячи автобусов MAN на КПП.



Автобус MAN на КПП

По мнению специалистов компании MAN, к 2020 г. мировой парк газовых автомобилей достигнет 65 млн ед. Объяснение простое: природный газ – единственное решение проблем общественного транспорта, поскольку он надежен, экологически безопасен, экономически доступен.

Й. Тайле-Охель отметил, что компания MAN работает над использованием СПГ и водорода, однако подробностями не поделился. Зато уточнил, что в области КПП для пассажирских автобусов работы расширяются. MAN предлагает клиентам

пять модификаций газовых автобусов: две в классе машин большой вместимости и три в классе особо большой вместимости. Машина марки Lion's City GL CNG на КПП была названа «Автобусом 2015 года».

Представитель MAN не исключил того, что скоро может наступить время отказа от дизельного топлива как наиболее экологически опасного. При этом он предположил, что запрет не ограничится только дизтопливом, но и распространится на все ископаемые углеводороды, включая природный газ. В этой связи он порекомендовал газовикам начать работу над так называемым «интеллектуальным» газом (smart gas). Этим красивым термином он назвал синтетический газ, полученный с использованием энергоносителей из возобновляемых источников.

Главным тормозом рынка метана для транспорта, – подчеркнул Й.Тайле-Охель, – по-прежнему остается слабое развитие сети заправочных станций. В качестве примера он привел ситуацию, недавно сложившуюся в венгерском городе Капошвар. С помощью средств Евросоюза мэрия приобрела 40 низкопольных автобусов MAN на КПП, которые вынуждены ездить на заправку за город, так как АГНКС в автопредприятии пока не построили.

Потери времени и топлива на холостые пробеги (считай денег) снижают экономическую эффективность и привлекательность проекта. И если муниципальную компанию еще можно принудить работать по такой схеме, то частное автопредприятие не станет переходить на газ, если это нарушит привычные комфортные условия деятельности.

Компанию Daimler на семинаре представлял сотрудник коммерческого блока Рудигер Каппель. Среди ключевых условий успешного бизнеса было наличие авторизованного сервиса. Так, в настоящее время в Европе концерн Daimler имеет более ста сервисных центров только для автобусов. Перевозчики уже сталкивались с тем, что автопроизводитель не продает газовую технику на национальных рынках из-за отсутствия квалифицированного технического обслуживания.

По сложившейся практике продолжительность эксплуатации нового автобуса составляет 8-10 лет, грузовика – 5-6 лет. Для газовой техники этот срок может быть несколько увеличен. Однако в любом случае перевозчики при принятии решения о покупке машины на метане смотрят на наличие вторичного рынка для реализации техники, бывшей в эксплуатации. Отсутствие вторичного рынка расценивается как один из рисков.

Компания Daimler является игроком глобального автомобильного рынка. По словам Р. Каппеля, в настоящее время в мире эксплуатируют более 40 тыс. автобусов Mercedes, в том числе в Европе – 9,4 тыс. ед. (30 % парка). Газовые автобусы Daimler также прокладывают себе дорогу к потребителю. В 2011-2013 гг. концерн поставил заказчикам 244 машины на КПП.

Daimler выпускает газовые автобусы в большом классе (соло, 12 м, 4 баллона) и особо большом (сочлененный, 18 м, 8 баллонов). Пробег сочлененного автобуса на одной заправке составляет 690 км. Газовая версия автобуса, по словам представителя концерна, соответствует нормам выбросов Евро-6. Время производства и поставки газового автобуса при заказе составляет около трех месяцев.

Сегодня Группа Daimler полностью освоила все необходимые газовые технологии, и практически не возникает трудностей с собственным производством или комплектацией газовых автомобилей. А вот в области электромобилей такой технологической готовности пока нет. Это является еще одним аргументом в пользу природного газа как топлива сегодняшнего дня, а не абстрактного будущего.

Представитель компании Volvo Group Trucks Central Europe GmbH Бурхард Зех принял активное участие в дискуссии. Известно, что уже несколько лет компания работает над газодизельным грузовиком серии FM на КПП и СПГ. Инженеры компании утверждают, что в газовом исполнении автомобиль стал мощнее, топливная экономичность повысилась на 25 %, энергоэффективность выросла на 30-40 %. Двигатель, оборудованный системой распределенного непосредственного впрыска, работает тише и мягче, а содержание CO_2 в отработавших газах снизилось на 70 %.

Машина оснащена 6-цилиндровым газодизельным двигателем объемом 12,8 л мощностью 338 кВт при 1400...1850 мин⁻¹, максимальный крутящий момент 2300 Н·м при 1100...1400 мин⁻¹. СПГ или сжиженный биометан хранятся в криобаке вместимостью 280 л, запас дизельного топлива – 150, 240 или 330 л.

Экономисты компании Volvo утверждают, что инвестиции в приобретение газодизельного грузовика окупаются в течение 3-5 лет эксплуатации.

Общий итог семинара подвел Тимм Кехлер – председатель наблюдательного совета компании Zukunft Erdgas e.V, более известной как Ассоциация Erdgas mobil.

Поскольку встреча газомоторщиков и автопроизводителей в таком формате прошла впервые, то участники пока не были готовы давать какие-либо рецепты дальнейшего развития. Скорее, были обозначены вопросы, которые требуют дальнейшей совместно проработки. В берлинский список вошли следующие темы:

- распределение рисков между участниками ГМТ-рынка;
- оптимизация издержек при производстве газовых автомобилей;
- развитие газозаправочной инфраструктуры;
- формирование системы авторизованного технического обслуживания техники на КПП и СПГ;
- необходимость организации тестовой эксплуатации газовых машин;
- противоборство и синергия различных видов альтернатив и схем;
- массовое внедрение природного газа на транспорте;
- создание вторичного рынка для газовых машин, бывших в эксплуатации.

Отдельно следует отметить интерес европейских автопроизводителей к возможностям продажи ГБА с пробегом в России. Представляется более перспективным не просто ввозить в Россию такую технику, а организовать сборку, производство и техническое обслуживание новых газовых автомобилей зарубежных марок на нашей территории. Внимание российского руководства к масштабной газификации транспорта дает основания для уверенности в том, что эта техника будет востребована.

На берлинском семинаре не обсуждались нормативно-правовые аспекты производства и эксплуатации автомобилей на природном газе, хотя в этом сегменте европейского ГМТ-рынка немало вопросов, требующих гармонизации. Достаточно сказать, что даже в рамках Европейского союза пока еще существуют не просто расхождения национальных требований, но даже противоречия.

Представляется целесообразным продолжить и расширить диалог, начавшийся между автомобилестроителями и газовиками. Именно от них зависит успешное развитие газомоторного рынка, на котором эти две отрасли экономики являются стратегическими партнерами. В следующий раз они могли бы встретиться в Санкт-Петербурге в конце мая 2016 г. в рамках Годового общего собрания Международного делового конгресса, который и является спонсором прошедших в Екатеринбурге, Риге, Праге и Берлине семинаров. Конечно же, на эту встречу нужно пригласить и представителей автотранспортных компаний.

Завершить следующую встречу можно торжественным стартом 10-го Международного автопробега «Голубой коридор – 2016: Янтарный путь».



Abstracts of articles

P. 9

Part 1. Principles of impactful CNG Filling Station

Yaroslav Evdokimov, Evgeniy Lavrov

An insight into the history of motor fuel usage in road transport is given in the first part of the cycle. CNG features of the past and today comparison is described. Recommendations on optimization of CNG fueling are given.

Keywords: CNG filling station, compressed natural gas, design and construction of CNG filling station.

P. 19

Procedure for development of organizations standards involved in the gas-cylinder vehicle modifications

Nikolay Pevnev, Elmira Raenbagina

The article highlights the need for changes in the regulatory and technical documentation on the operation of gas automobile. A procedure for development of normative documents on the example of the standard organization to carry overflow of gas cylinder from the car is proposed. Developed additions to the normative and technical documentation in the form of a standard are approving by the organization on the basis of the results of the research, guided by the requirements of Article 17 of the Federal Law № 184-FZ "On Technical Regulation". Standard of an organization should be designed for the installation of drain pipe in the power supply system of gas automobile providing overflow of gas from the cylinder. Likewise, the standard organization is prepared to service gas automobile.

Keywords: the gas automobile, technical operation, regulations, standard organization.

References

1. About regulation of relations in the use of gas motor fuel: the disposal of the Government of the Russian Federation of 13.05.2013, № 767-p // Meeting of the legislation of the Russian Federation. – 2013. – № 20. – S. 2551.
2. The list of instructions of the President of the Russian Federation at the end of the meeting on expanding the use of gas as a motor fuel May 14, 2013 // Vehicles on alternative fuels. – 2013. – № 5. – S. 3-5.
3. Pevnev N.G., Raenbagina E.R., Gurdin V.I. Preventing damage to the environment from the unauthorized discharge of gas from the automobile cylinders // Vehicles on alternative fuels. – 2011. – № 6. – S. 44-50.
4. An useful. model 90137 RF: IPC F 02 M 21/02. Dual fuel supply system of the engine / N.G. Pevnev, E.R. Raenbagina, A.P. Elgin; applicant and patentee VPO SibADI. – № 2009132044/22; appl. 25.08.2009; publ. 27.12.2009. Bull. Number 36.
5. On Technical Regulation. Federal Law of 27.12.2002, № 184-FZ // Meeting of the legislation of the Russian Federation. – 2002. – № 52, hours. 1. – P. 5140.
6. Raenbagina E.R. Recommendations and amendments to the normative documentation on technical operation of natural gas vehicles / E.R. Raenbagina // Development of road transport and building complexes and development of strategically important areas of Siberia and the Arctic: the contribution of science. Proceedings of the international scientific-practical conference. – Omsk: SibADI, 2014. – Kn. 1. – P. 273-276.
7. Pevnev N.G., Raenbagina E.R. Organization of post discharge gas at ATP // Vehicles on alternative fuels. – 2010. – № 5. – S. 15-17.
8. An useful. model 102244 Russian Federation: IPC F 17 C 5/02. Post discharge liquefied petroleum gas from cylinders to road transport enterprise / N.G. Pevnev, E.R. Raenbagina; applicant and patentee VPO SibADI. – № 2010138767/06; appl. 20.09.2010; publ. 20.02.2011, Bull. Number 5.
9. Pevnev N.G., Gurdin V.I., Raenbagina E.R. Investigation of the effect of state parameters of liquefied petroleum gas at the time of discharge of gas from the cylinder automobile // Bulletin of Siberian State Automobile and Highway Academy. – 2015. – № 2. – S. 30-36.
10. Erokho V.I. Gas-cylinder cars (design, calculation, diagnostics): Textbook. for high schools. – M.: Hotline – Telecom, 2012. – 598 p.

P. 24

The effectiveness of the Gas Motor Fuel usage in agriculture

Gnedova Lyudmila, Gritsenko Kirill, Lapushkin Nikolay, Peretryakhina Vera

The questions of the use of compressed and liquefied natural gas as motor fuel of automotive technology, especially translation engines to ignite fuel gas from an electric spark or pilot dose of diesel fuel are considered. The basic characteristics of the developed gas and gas diesel tractors are shown. A comparison of the use of compressed and liquefied natural gas tractor K-700 was conducted. Technical and economic characteristics of the use of different fuels for tractors are given.

Keywords: natural gas, gas equipment, mobile automobile gas refuellers, agricultural machinery.

References

1. Malenkina I.F., Rovner G.M., Mkrtchian J.S. System to ensure effective development and operation of CNG filling stations network. – M.: «Oil and Gas», Gubkin Russian State Oil and Gas University, 2005. – 272 p.

P. 34

On main directions of development of the global transport system and logistics

Sergey Vladimirov

The article, based on the experience of developed countries and development of the national transport strategy, proved the main directions of development of the global and domestic transportation system.

Keywords: strategy, transport, competition, innovation, macroeconomics, quality, policy effectiveness.

References

1. Misharin Alexander. Transport Strategy of the Russian Federation: the objectives and priorities // Innovative Transportation. – 2015. – № 1 (15). – S. 3-7.
2. Bondur V.G., Levin B.A., Rosenberg I.N., Tsvetkov V.J. Satellite monitoring of transport facilities. Textbook / Moscow, 2015.
3. Levin B.A., Kruglov V.M., Matveev S.I., Kougiya V.A., Tsvetkov V.Ya. Geoinformatika transport (monograph) / International Journal of Experimental Education. – 2015. – № 3-2. – S. 223.
4. Lapidus B.M., Macheret D.A., Fortov V.E. and etc. Scientific support of innovative development and improve the efficiency of rail transport / Collective monograph members and research partners, the Joint Scientific Council of JSC «Russian Railways» / Edited by Dr. ehkon. Sciences, prof. B.M Lapidus. – M.: VMG-Print, 2014. – 292 p.
5. Baryshnikov S.O., Razuhiina A.A. Algorithm for optimal planning of port handling machines / In: Maritime education: traditions, realities and perspectives Proceedings of the Conference, 2015. – PP. 7-14.
6. Vladimirov S.A. Some causes of the imbalance of economic systems and tax policy // Taxes magazine. – 2010. – № 2. – PP. 34-42.
7. Gorbunov A.A. Transport mechanism of regional development // Obozrevatel – Observer. – 2014. – № 7 (294). – P. 78-83.

P. 46***Evaluation of the internal-combustion engine's energy efficiency in-service*****Igor Alexandrov**

The paper presents a methodology that allows to determine the impact on the energy efficiency of the internal combustion engine conditions of its operation. The principal difference is the method that is used in the analysis of the new evaluation criterion – the energy efficiency of the internal combustion engine.

Keywords: energy efficiency of internal combustion engines.

References

1. Patent number 2,042,860 C1 of the Russian Federation. A method for determining the fuel efficiency of the internal combustion engine / I.K. Alexandrov, G.I. Sharov, A.A. Yakovitsky. – Stated. 07/21/1992; publ. 08.27.1995, BI Number 24.
2. Engines / ed. M.S. Hovaha. – M.: Machinery, 1977. – 591 p.
3. Internal combustion engines: Proc. for high schools / V.N. Lukanin, I.V. Alekseev, M.G. Tents et al., Eds. V.N. Lukanina and M.G. Shatrova. 2nd ed., Rev. and add. – M.: Higher School, 2005. – 400 p.
4. Dyachenko, V.G. The theory of internal combustion engines: the textbook / V.G. Dyachenko. – Kharkov: Kharkiv National Automobile and Highway University, 2009. – 500 p.
5. Internal combustion engines. The theory of reciprocating engines and combined / edited. A.S. Orlin, M.G. Kruglov. – M.: Machinery, 1983. – 372 p.
6. Andrusenko P.I. Characteristics of automobile and tractor engines / P.I. Andrusenko, O.N. Burtsev, Y.F. Gutarevich. – Kiev: Vishcha Shkola, 1978. – 128 p.
7. Operating Instructions. Electronic instrument for measuring fuel consumption. № 870064. – Budapest: Enterprise Precision Mechanics, 1992. – 16 p.

P. 50***The airindependent external combustion engines for ship power plants*****Vladimir Karagusov**

The external combustion engines on the basis of pulse tube and thermoacoustics are promising for ship power plants. Mechanical moving parts and nodes may be absent in it, which defines long service life, high reliability, minimal noise and vibration. For such engines any kind of fuel can be used, and require little maintenance.

Keywords: ship power plants, airindependent, Stirling engines, pulse tube, thermoacoustics.

References

1. Karagusov V.I. Magnetocaloric external combustion engines on riverboats // Vehicles on alternative fuels. – 2011. – № 2. – P. 38-41.
2. Karagusov V.I. Combined magnetocaloric power plant on river vessels // Vehicles on alternative fuels. – 2011. – № 3. – P. 37-38.
3. Karagusov V.I. LNG vapor recondensation on river transport // Vehicles on alternative fuels. – 2013. – № 1. – P. 11-12.
4. Karagusov V.I., Maltsev P.S. On-board air conditioning thermoacoustic natural gas // Vehicles on alternative fuels. – 2011. – № 4. – P. 45-47.
5. Karagusov V.I., Karagusov I.V. Thermoacoustic coolers on solar energy for orbital complexes // Vehicles on alternative fuels. – 2014. – № 4. – P. 47-50.
6. Walker G. Stirling engines. – M.: Machinery, 1985. – 408 p.
7. Kirillov N.G. Production of the Stirling engine – a new branch in the engineering of the XXI century // Turbines and diesel engines. – 2010. – № 2. – P. 2-5.
8. Shakhmetov E.B., Lipin M.V., Karagusov V.I. Development of a single-stage Microcoolers on the basis of the pulse tube cooling capacity 4 W at 80 K temperature level // Young Russia: technology – in the industry. – 2013. – № 2. – P. 357-360.
9. Tyatyushkin N.V., Karagusov V.I., Baranov E.D., Karagusova E.E. Mathematical model of pulse-tube microcoolers // Chemical and Petroleum Engineering. – 2003. – V. 39. – Issue 1-2. – P. 87-91.
10. Karagusov V.I., Yusha V.L., Karagusov I.V. Thermoacoustic liquefier gas to fuel riverboats // Vehicles on alternative fuels. – 2013. – № 2. – P. 66-68.
11. Karagusov V.I., Tyatyushkin N.V., Karagusov I.V. Mathematical modeling and computational studies thermoacoustic cooling system // Chemical and Petroleum cooling. – 2014. – № 2. – P. 2-6.
12. Karagusov V.I., Yusha V.L., Karagusov I.V. Using the cold gasification of natural gas for air transport // Vehicles on alternative fuels. – 2013. – № 5. – P. 66-67.

P. 56***Perspective directions of domestic control systems development for diesel engines with fuel apparatus of the rechargeable type and integrated anti-toxic system*****Vladimir Kamenev, Ilya Pugachev**

The article discusses perspective directions of research and development works on creation of domestic management system for diesel engines with integrated systems of reducing harmful emissions, ensuring compliance with EURO-5 and higher. The methods of improving electronic control of the fuel system diesel engine and its complex system neutralization of the fulfilled gases in exhaust system are discussed.

Keywords: diesel engine, clean burn process, control systems, fuel system, harmful emission, complex system of neutralization of the fulfilled gases.

References

1. Kamenev V.F. Prospects of improving indicators of toxic diesel vehicles weighing more than 3.5 tonnes / A.A. Demidov, P.A. Goldfinches // Proceedings of us: Sat. scientific. Art. – M.: NAMI, 2014. – Vol. № 256. – P. 5-24.
2. Ter-Mkrtychyan G.G., Masing M.V., Vetoshnikov A.G. Providing low-toxic workflow forced perspective diesel engines // Modern problems of science and education. – 2013. – № 5. – URL: www.science-education.ru/111-10237.
3. Ter-Mkrtychyan G.G., Masing M.V. Current state and prospects of development of the fuel equipment automotive diesel engines // Drive engineering. – 2014. – № 1. – P. 30-35.
4. Ter-Mkrtychyan G.G. Combined storage system pressure booster – a new stage in the development of diesel fuel equipment trucks / G.G. Ter-Mkrtychyan, A.A. Demidov, E.E. Starks // Proceedings of us: Sat. scientific. Art. – M.: NAMI, 2013. – Vol. № 255. – P. 86-110.
5. Kamenev V.F. Improving the energy and environmental performance of a diesel engine with an integrated system to reduce emissions by using hydrogen-activating additive component / P.A. Goldfinches // Proceedings of us: Sat. scientific. Art. – M.: NAMI, 2014 – Vol. № 259. – P. 72-78.
6. Kamenev V.F. Principles of construction of a mathematical model of the latest low emission diesel engine for vehicles and agricultural / P.A. Goldfinches // Tractors and farm machinery. – 2016. – № 1. – P. 3-8.

Авторы статей в журнале № 1 (49) 2016 г.

Александров Игорь Константинович,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой ГОУ ВПО Вологодский
государственный технический университет,
Вологда, 3 Интернационала, д. 5-80, р.т. (8172) 72-47-70,
e-mail: alex@mh.vstu.edu.ru

Владимиров Сергей Арсеньевич,
академик Российской академии естественных наук, д.э.н.,
профессор кафедры общего менеджмента и логистики
Северо-Западного института управления Российской
Академии народного хозяйства и государственной
службы при Президенте РФ (РАНХиГС),
e-mail: ideal_ideal@mail.ru

Гнедова Людмила Анатольевна,
старший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
тел. (498) 657-4051,
e-mail: L_Gnedova@vniigaz.gazprom.ru

Гриценко Кирилл Александрович,
старший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
тел. (498) 657-4591,
e-mail: K_Gritsenko@vniigaz.gazprom.ru

Евдокимов Ярослав Андреевич,
научный сотрудник
НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,
р.т. (812) 648-24-60, доб. 133

Каменев Владимир Федорович,
д.т.н., профессор, заведующий отделом
ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»,
тел.: 8-916-622-0563, e-mail: kamovf@mail.ru

Карагусов Владимир Иванович,
д.т.н., профессор Омского государственного
технического университета,
e-mail: karvi@mail.ru, тел. 913 971-3715

Лавров Евгений Павлович,
начальник проектного отдела
НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА»,
р.т. (812) 648-24-60, доб. 121

Лапушкин Николай Александрович,
начальник лаборатории
АГНКС ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,
р.т. (498) 657-40-51,
e-mail: N_Lapushkin@vniigaz.gazprom.ru

Певнев Николай Гаврилович,
зав. кафедрой, профессор Сибирской государственной
автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), д.т.н.,
тел. (3812) 65-15-54, м.т. 8 960-997-26-28

Перетряхина Вера Борисовна,
старший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (498) 657-40-51,
e-mail: V_Peretryakhina@vniigaz.gazprom.ru

Пронин Евгений Николаевич,
главный специалист ООО «Газпром экспорт»,
руководитель РК5 Международного газового союза,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Пугачёв Илья Олегович,
аспирант ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»,
тел. 926 494-29-51

Раенбагина Эльмира Рашидовна,
к.т.н., доцент Сибирской автомобильно-дорожной
академии (СибАДИ),
м.т. 909 537-62-32

Contributors to journal issue № 1 (49) 2016

Alexandrov Igor,
PhD, Tekhn. Sciences,
professor of Technical University (Vologda),
phone: + 7 921 714-91-40,
e-mail: alex@mh.vstu.edu.ru

Evdokimov Yaroslav,
research associate Scientific-Industrial Corporation
«LENPROMAVTOMATIKA»,
e-mail: evdokimov@lenprom.spb.ru

Gnedova Lyudmila,
Senior Research Associate of the Laboratory of Process
Equipment of AGCFS of Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-4051,
e-mail: L_Gnedova@vniigaz.gazprom.ru

Gritsenko Kirill,
Research Associate of the Laboratory
of Process Equipment of AGCFS of Gazprom VNIIGAZ,
phone: +7 (498) 657-4591,
e-mail: K_Gritsenko@vniigaz.gazprom.ru

Kamenev Vladimir,
PhD, Engng, Head of the Division, NAMI, professor,
phone: +7 916-622-0563,
e-mail: kamovf@mail.ru

Karagusov Vladimir,
professor of Omsk State Technical University, PhD, Engng,
e-mail: karvi@mail.ru,
phone: +7 913 971-37-15

Lapushkin Nikolay,
Head of the Laboratory of Process Equipment of AGCFS,
Gazprom VNIIGAZ, phone: + 7 (498) 657-40-51,
e-mail: N_Lapushkin@vniigaz.gazprom.ru

Lavrov Evgeniy,
head of engineering department Scientific-Industrial
Corporation «LENPROMAVTOMATIKA»,
phone: + 7 (812 648-24-60), plus 121

Peretryakhina Vera,
Senior Research Associate of the Laboratory of Process
Equipment of AGCFS, of Gazprom VNIIGAZ,
phone: + 7 (498) 657-40-51,
e-mail: V_Peretryakhina@vniigaz.gazprom.ru

Pevnev Nikolay G.,
PhD, Engng, professor, head of the chair Siberian
automobile and Highway academy, Omsk,
phone: + 7 913 970-47-79

Pronin Eugene,
Chief Specialist, Gazprom Export,
IGU WOC5 Chairman,
e-mail: e.pronin@mail.ru

Pugachev Ilya,
graduate student of NAMI,
phone: +7 926 494-29-51

Raenbagina Elmira,
PhD, assistant professor,
Siberian automobile and Highway academy,
phone: + 7 909 537 62 32

Vladimirov Sergey,
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences,
Professor, Department of General Management and
Logistics, North-West Management Institute,
e-mail: ideal_ideal@mail.ru