



ISSN 2073-1329

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ВКЛЮЧЕН
В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

№ 5 (41)
2014



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



ООО «Газпром газомоторное топливо» –
единый оператор от ОАО «Газпром»
по развитию рынка газомоторного топлива.

Развитие инфраструктуры использования КПГ в Омске

Использование КПГ-технологий как фактор
регионального развития

Новая АГНКС в Астрахани

Учредитель и издатель

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

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский
генеральный директор 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.

В.И. Ерохов
профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе
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
профессор, 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 готовых диапозитивов в ООО «Принт-Лидер»,
117186, Москва, ул. Нагорная, д. 15, корп. 8

Номер заказа

Сдано на верстку 15.08.2014 г.

Подписано в печать 15.09.2014 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:

Проект автомобильной газонаполнительной
компрессорной станции ОАО «Газпром»

В НОМЕРЕ

Рынок газомоторного топлива: точки роста	3
Певнев Н.Г., Банкет М.В., Бакунов А.С. Перспективы развития инфраструктуры использования КПП в Омске	7
Газпром планирует построить семь газовых заправок в Волгоградской области	12
Шендрик А.М., Фык М.И. Использование КПП-технологий в районе прохождения газотранспортной системы как фактор регионального развития	13
Новые технологии использования природного газа	19
Изотов Н.И. Требования к качеству СПГ за рубежом	20
Новый газовоз для СПГ	35
Раков В.А., Сальников А.Ю. Уменьшение времени прогрева двигателя и отопления салона транспортного средства за счет использования теплоты отработавших газов	36
Евстифеев А.А. Многокритериальное управление технологическим оборудованием сложных технических систем с использованием методов получения нечетких выводов	44
Карагусов В.И. Систематизация анаэробных силовых энергоустановок	49
Александров И.К. Определение параметров гибридной силовой установки на основании исследований ездового цикла троллейбуса	54
Совещание заводов-изготовителей спецтехники	61
Лиханов В.А., Полевщиков А.С. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлива при работе дизеля на этаноле	62
Пятнадцать лет успеха на рынке КПП	66
Оренбургский проект по сжижению гелия – трамплин для гелиевых перспектив «Газпрома»	68
Новая АГНКС в Астрахани	70
GasSuf открывает новую страницу	72
Цены на топливо	75
Новости из-за рубежа	75
Abstracts of articles	78
Авторы статей в журнале № 5 (41) 2014 г.	79
Подписка – 2014	80



«Alternative Fuel Transport» international science and technology journal, No.5 (41) / 2014

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.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Beranek Antonin

Director General of VÍTKOVICE 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

Kavtaradze, R.Z.

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

Klimova, T.V.

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

Kozlov, S.I.

Professor, 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 MG TU,

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.

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 15.08.2014

Endorsed to be printed on 15.09.2014

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

Growth area of the natural-gas-based motor fuel market	3
Nikolay Pevnev, Michael Banket, Alexander Bakunov Future Development of the Compressed Natural Gas Usage Infrastructure in Omsk	7
Gazprom to build seven gas stations in the Volgograd Region	12
Alexey Schendrik, Michael Fyk The CNG Technology Usage in the Gas Transportation System Region as a Factor of Regional Development	13
Nikolay Izotov LNG's Quality Requirements Abroad	20
Vyacheslav Rakov, Alexander Salnikov Engine Warm up Time Reducing and Saloon Heating Car Through the Waste Heat	36
Andrew Evstifeev Multicriteria Control of Complex Engineering Systems' Technological Equipment Using Fuzzy Inference Methods for Obtaining	44
Vladimir Karagusov Systematization of Anaerobic Power Plant	49
Igor Alexandrov Characterization of A Hybrid Power Plant in Accordance with an Exploring of a Trolley-bus Drive Cycle	54
Vitaliy Likhanov, Alexander Polevshchikov Optimal Advancing Angles Determination of Fuel Injection in Running on Ethanol Diesel Engine	62
Fifteen years of success in the market of CNG	66
Orenburg project on helium liquefaction as the stepping-stone for Gazprom's helium prospects	68
The new gas station in Astrakhan	70
GasSuf is on to the next level	72
News from abroad	75
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue No 5 (41) 2014 r	79
Subscription – 2014	80

Рынок газомоторного топлива: точки роста

Сегодня российский рынок газомоторного топлива – один из самых динамично развивающихся в мире. Существующая сеть газовых заправочных станций показывает стабильный рост реализации компримированного природного газа (КПГ) в среднем на 5 % в год, а объемы продаж газобаллонного транспорта только за прошлый год увеличились в два раза. После решения ОАО «Газпром» о создании специализированной компании – единого оператора по развитию рынка ООО «Газпром газомоторное топливо» был дан старт комплексному развитию отрасли. У крупнее работу компании можно разделить на три направления: создание газомоторной инфраструктуры, взаимодействие с федеральными ведомствами по актуализации законодательной базы отрасли и сотрудничество с участниками рынка. О том, каких успехов удалось достичь по каждому направлению и какие вопросы требуют принятия неотложных системных решений, в интервью журналу рассказал генеральный директор компании Михаил Лихачев.



Михаил Владимирович, с чем связаны инициативы компании на федеральном уровне?

Эффективное развитие отрасли требует адаптации действующего законодательства к современным реалиям. Строить и эксплуатировать инфраструктурные объекты по устаревшим нормам и правилам нельзя. Поэтому актуализация нормативно-правовой и нормативно-технической баз – это важное направление нашей работы.

Многие инициативы компании уже были поддержаны на федеральном уровне. В июле вступили в силу изменения, внесенные Роспотребнадзором в СанПиН, предусматривающие снижение класса опасности и сокращение санитарно-защитной зоны для вновь строящихся автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) в зависимости от их мощности, а для станций заправки сжиженным природным газом – от объемов хранения. Новая редакция документа позволяет не только оптимизировать поиск земельных участков для строительства АГНКС и КриоАЗС, но и подобрать более удобное местоположение станций по отношению к потребителю.

Инфраструктура – это фундамент газомоторной отрасли. Поэтому сегодня все наши усилия направлены на ускоренное развитие газозаправочной сети.

Каковы предварительные результаты компании по развитию сети?

За прошедший год мы провели оценку потенциальной емкости региональных рынков. В течение 2013 года проанализировали спрос в 41 регионе РФ, к концу 2014 года получим данные еще по 44 регионам. Таким образом компания формирует свою инвестиционную программу с учетом активности регионов по развитию рынка, а также исходя из объемов закупки газобаллонной техники. К моменту ввода новых объектов в эксплуатацию они должны быть обеспечены достаточным числом потребителей.

На основе полученных данных было определено местоположение и объемы строительства первоочередных и перспективных газозаправочных мощностей. Сейчас мы начинаем

строительство 51 АГНКС в 22 регионах, более 100 заправочных станций находится в стадии проектирования. Новое строительство обеспечит прирост производительности сети почти на полмиллиарда кубометров КПП в год, а именно – 457 млн м³.

В рамках реализации стратегии Группы «Газпром» в области продажи природного газа в качестве моторного топлива мы также занимаемся консолидацией газомоторных активов Группы. Приступили к выкупу и реконструкции действующих АГНКС, находящихся в ведении различных дочерних обществ «Газпрома», готовимся провести реконструкцию большей части этих станций.

Какое оборудование будет использоваться на новых АГНКС – отечественное или импортное?

До 2020 года на территории страны планируется строительство порядка 2000 АГНКС и более 400 КриоАЗС. Это очень масштабный инфраструктурный проект, который предполагает системную работу по внедрению лучших мировых технологий газомоторной отрасли в России.

В настоящее время мы совместно с ведущими отечественными производителями разрабатываем план по локализации на территории России производства основного технологического оборудования для АГНКС и КриоАЗС.

Применение мирового опыта позволит создать на базе российских предприятий конкурентоспособный продукт. В результате отечественная газомоторная отрасль будет обеспечена необходимым оборудованием, а производители получат гарантированный рынок сбыта.

Какими темпами развивается «газификация» жидкотопливных АЗС?

Нам удалось достичь договоренностей о размещении блоков по заправке природным газом на АЗС крупнейших российских топливных операторов: «Лукойл», «Татнефть», «Газпром нефть», «Газпром газэнергосеть». В ближайших планах – оборудовать блоками КПП более 90 традиционных заправочных станций.

Рост сети газозаправочных станций за счет модернизации АЗС в МАЗС позволит нам в максимально короткие сроки реализовать важную задачу по развитию транспортной инфраструктуры страны – создать «газомоторные коридоры».

Мировой опыт показал, что одним из эффективных решений ускоренного развития инфраструктуры является привлечение частных инвестиций. Вы планируете развивать сотрудничество такого рода?

Да, мы разработали две схемы сотрудничества для предпринимателей в рамках партнерства по развитию сети – это франчайзинг и финансовое инвестирование.

Схема работы по франчайзингу предполагает передачу прав на строительство АГНКС и ее последующую эксплуатацию. Компания предоставляет бренд, оказывает содействие в подключении заправки к системе газоснабжения. Обязательное условие франчайзинга – заключение договора на поставку газа с дочерней компанией «Газпрома» для обеспечения потребителей качественным топливом. Данная схема партнерства будет интересна предпринимателям, имеющим опыт работы в области строительства традиционных жидкотопливных АЗС.

Второй вариант сотрудничества – финансовое инвестирование. Мы определяем местоположение и технические требования к объекту, на основании договора инвестор строит АГНКС «под ключ». После завершения всех работ и проведения экспертизы компания выкупает станцию по фиксированной стоимости.

Такой механизм взаимодействия с частным бизнесом эффективен с точки зрения быстрого развития сети, а для инвестора – это возможность реализовать свои проекты на новом и перспективном рынке.

Однако проблемой притока инвестиций в инфраструктуру может стать сегодняшняя

цена на КПП. Дело в том, что ключевым критерием для инвестора являются гарантии возвратности вложенных средств и доходность инвестиций. В нашем случае срок окупаемости проекта определяет цена реализуемого топлива, а она сейчас не удовлетворяет интересам инвесторов. С одной стороны цена на КПП должна оставаться экономически привлекательной для потребителя, с другой – она должна быть выгодна инвестору, ведь без инфраструктуры у потребителя не будет возможности запрашивать природный газ. Поэтому сегодня активно обсуждается вопрос о необходимости внедрения рыночных механизмов ценообразования на КПП.

Темпы перевода отечественного автопарка на газ смогут гарантировать рентабельность таких проектов?

Регионы активно включились в работу по расширению использования природного газа на транспорте. На сегодняшний день мы подписали соглашения о сотрудничестве с 29 субъектами РФ, а также 233 соглашения о намерениях с автотранспортными предприятиями. На регулярных заседаниях рабочих групп в регионах мы обсуждаем вопросы предоставления преференций «газовым» перевозчикам при получении госконтрактов, рассматривается возможность снижения или обнуления транспортного налога для владельцев газобаллонных автомобилей, разрабатываются мероприятия по развитию рынка ГМТ для местных программ повышения энергоэффективности.

По нашим оценкам, результатом этой работы станет загрузка новых станций на момент ввода их в эксплуатацию на уровне 30 %. Таким образом строительство инфраструктуры будет синхронизировано с ростом газомоторного автопарка.

Сейчас Министерством промышленности и торговли РФ разработана программа субсидирования, предусматривающая софинансирование закупки транспорта на КПП. Заявка на сумму 3,7 млрд руб. находится на рассмотрении в Правительстве РФ. Наша компания принимает активное участие в подготовке этого документа и выступает за то, чтобы субсидии были направлены тем регионам, которые добились значительных успехов в создании условий для роста рынка газомоторного топлива.

Автопроизводители готовы удовлетворить растущий спрос на газобаллонную технику?

В прошлом году мы заключили соглашения о сотрудничестве более чем с 20 российскими и иностранными производителями, которые предполагают расширение ассортимента газомоторной техники заводского исполнения. Прогнозируется, что к декабрю 2014 года в России будет продано более 3000 единиц техники, работающей на природном газе. Это в шесть раз больше по сравнению с 2012 годом.

Сегодня КАМАЗ разработал свой собственный газовый двигатель и выпускает широкую линейку транспорта и техники на КПП. Аналогичным проектом занимаются специалисты Группы «ГАЗ», в их арсенале уже семь моделей газовых автобусов. Технику на газомоторном топливе разрабатывают все основные автопроизводители российского рынка, и она успешно проходит опытную эксплуатацию в регионах.

Совместно с компаниями-автопроизводителями мы ведем работу по созданию единой информационной площадки для продвижения газомоторной техники на российском рынке. Вместе с тем уделяем большое внимание сотрудничеству с финансовыми институтами. Мы взаимодействуем по вопросам внедрения кредитных и лизинговых продуктов, которые позволят предприятиям выгодно инвестировать в обновление автопарков.

Кроме того, компанией разработаны механизмы сотрудничества с транспортными



Газомоторная техника КАМАЗа

предприятиями по газификации автопарков на специальных условиях. Один из них – предоставление полугодовой рассрочки на установку газобаллонного оборудования (ГБО). Сегодня такой пилотный проект реализуется в Тольятти. В городе работает таксомоторное предприятие, в парке которого 20 переоборудованных на КПП автомобилей. С помощью нашей программы предприятие планирует довести число автомобилей на ГБО до 70 единиц к началу 2015 года.

А каков процент газомоторного транспорта в собственном автопарке «Газпрома»?

Сейчас природный газ в качестве моторного топлива использует 14,5 % транспорта Группы. Разработана специальная программа, которая устанавливает целевые показатели газификации автопарка. Согласно ей к 2020 году на КПП планируется перевести 70 % транспортных средств. При этом уже к 2015 году газомоторным топливом должно заправляться не менее 50 % автопарка.

В июне прошлого года был подписан меморандум о сотрудничестве между ОАО «Газпром» и ОАО «Российские железные дороги» по внедрению локомотивов на СПГ. Реализация этого проекта уже началась?

Да, определены полигоны внедрения газопоршневых локомотивов и газотурбовозов – это участки Северной и Свердловской железных дорог. Наша компания в этом проекте обеспечивает создание инфраструктуры: производственных и заправочных мощностей. Строительство заводов по производству СПГ запланировано в Тобольске и Сургуте. Согласно планам, мощность заводов будет наращиваться соразмерно увеличению парка газовых локомотивов.



Комплекс по производству СПГ в Калининграде

Каковы в целом планы компании по развитию СПГ-направления?

В июле мы завершили сделку по приобретению малотоннажного комплекса по производству сжиженного и компримированного природного газа в Калининграде. Его производительность – 21 тыс. т в год. В перспективе комплекс станет базовым активом программы по развитию рынка газомоторного топлива в Калининградской области, где планируется реализация пилотного проекта создания сети криогенных заправочных станций.

Кроме того, мы намерены развивать внедрение СПГ на морском и речном транспорте. Приоритетным регионом для реализации таких проектов определен бассейн Балтийского моря.

Его порты – крупнейшие в России, на их долю приходится 47 % грузооборота. Это дает нам основание для прогноза по спросу на СПГ в размере 2 млн. т в год.

Расширение использования сжиженного природного газа в качестве моторного топлива – одно из приоритетных направлений работы компании. В конце июля совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и НП «Национальная газомоторная ассоциация» мы провели совещание, в котором приняли участие директора отечественных компаний-производителей оборудования для сжиженного природного газа. На встрече обсуждались перспективы сотрудничества по разработке современных технологических решений для производства оборудования СПГ. Накоплен большой научный и практический опыт, который в самое ближайшее время будет реализован в конкретных проектах. Задача ООО «Газпром газомоторное топливо» как единого оператора по развитию отрасли – объединить ее участников и совместными усилиями вывести российский рынок газомоторного топлива на лидирующие позиции в мире.

Перспективы развития инфраструктуры использования КПГ в Омске

Н.Г. Певнев, профессор СибАДИ, д.т.н.,
М.В. Банкет, доцент СибАДИ, к.т.н.,
А.С. Бакунов, аспирант СибАДИ

В статье предложены пути развития инфраструктуры использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива на пассажирском автомобильном транспорте.

Ключевые слова:

пассажирский автомобильный транспорт, компримированный природный газ, газомоторное топливо, автогазонаполнительные компрессорные станции.

Природный газ на автомобильном транспорте из разряда альтернативных переходит в разряд основных моторных топлив, что отмечено Госдумой РФ.

«Россия должна войти в число лидеров по использованию ГМТ, – объявил президент РФ Владимир Путин 14 мая 2013 г. на совещании в Сочи. – Нужно создать необходимые условия для развития рынка газомоторного топлива, организовать обучение персонала и создать специальные пункты технического обслуживания газобаллонной техники. Поэтому компаниям, работающим на этом рынке, нужно оказывать всемерную поддержку, снять существующие административные барьеры. Это делается во всем мире» [1].

Комплексный план расширения использования газа в качестве моторного топлива будет осуществляться согласно Постановлению Правительства РФ от 10.09.2009 г. № 720 (ред. от 22.12.2012 г.) «Об утверждении технического регламента о безопасности

колесных транспортных средств», Распоряжению Правительства РФ от 13.05.2013 г. № 767-р и Правилам ЕЭК ООН № 110.

Согласно распоряжению от 13.05.2013 г. № 767-р, подписанному Д.А. Медведевым, предусматривается комплекс мер по использованию газомоторного топлива (ГМТ). Планируется, в частности, что к 2020 г. в городах-миллионниках 50 % общественного автотранспорта и транспорта дорожно-коммунальных служб будет работать на ГМТ. Преимущество отдается природному газу [2].

Расширение использования газомоторного топлива можно осуществлять за счет средств федерального бюджета на закупку автобусов, техники для жилищно-коммунального хозяйства и сельхозтехники [1].

На сегодняшний день в Российской Федерации насчитывается 218 автогазонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) [3]. Однако на карте России есть территории, где на расстоянии 1400 км нет ни одной АГНКС (рис. 1).

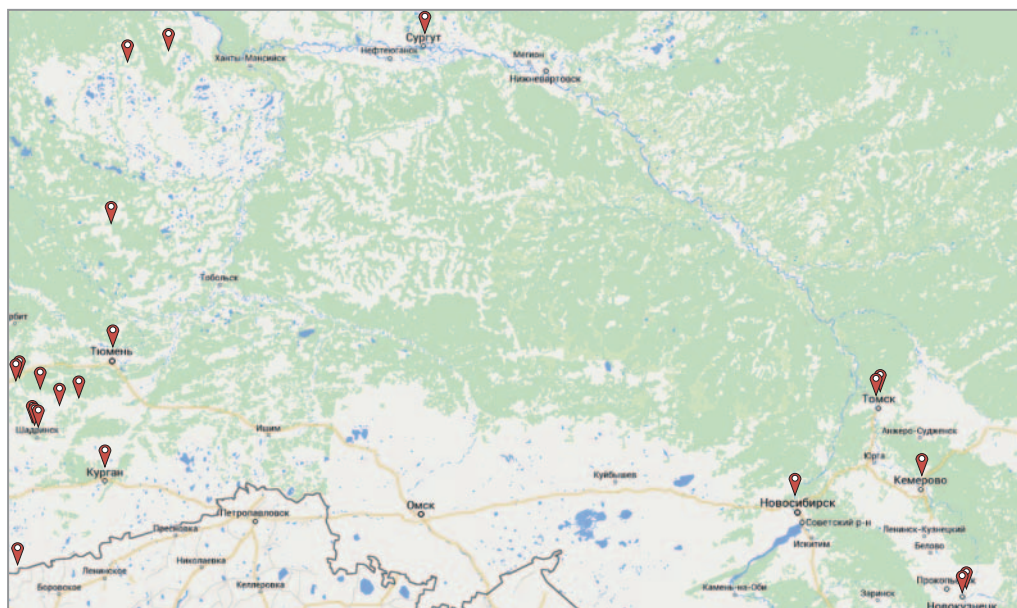


Рис. 1. Фрагмент карты АГНКС в Российской Федерации [3]:

📍 – наличие АГНКС в обозначенных городах

Председатель Совета директоров ОАО «Газпром» отметил необходимость продолжения развития сети АГНКС, а также более широкого использования мобильных газовых заправщиков. Компания ведет планомерную работу по развитию российского рынка газомоторного топлива, в чем получает поддержку со стороны властей страны. Президент России Владимир Путин поручил правительству подготовить предложения по субсидированию регионов из бюджета на покупку техники, работающей на газовом топливе. В конце мая премьер Дмитрий Медведев подписал постановление, согласно которому газ должен быть на каждой АЗС. Заправка газомоторным топливом внесена в обязательный перечень услуг, оказываемых автозаправками страны [4].

На сегодняшний день уже существуют федеральные программы, стимулирующие переоборудование автомобилей для работы на КПП. Одна из таких программ принята компанией «Газпром нефть», согласно которой автомобилистам компенсируется установка газобаллонного оборудования (ГБО),

позволяющего использовать в качестве автомобильного топлива метан. Общая сумма компенсации составляет 30 тыс. руб. и включает скидку на установку ГБО в размере 26 тыс. руб. и топливную карту для заправки КПП на 4 тыс. руб. Данная программа осуществляется в Тверской, Смоленской, Ленинградской и Нижегородской областях [5]. Такие программы, безусловно, окажут положительное влияние на расширение использования КПП в качестве моторного топлива.

В регионах РФ наблюдается значительный интерес к использованию газомоторного топлива. К газомоторному топливу относятся компримированный (КПП) и сжиженный (СПГ) природный газ, а также сжиженный углеводородный газ (СУГ). Широкое распространение в РФ в качестве газомоторного топлива получили КПП и СУГ. В Омске и Омской области нет ни одной действующей заправки природным газом, при этом в названном регионе работает около 40 заправок СУГ для почти 40 тыс. автомобилей, использующих это топливо. Причем с 1970 по 1985 гг. газобаллонные

автомобили (ГБА) работали без заправок за счет использования газомоторного топлива, которое доставлялось специализированным подвижным составом для перевозки этого вида топлива. Благодаря этому нарабатывался опыт эксплуатации ГБА, и шла адаптация водителей к использованию газомоторного топлива.

В октябре 2013 г. в региональном Минстрое состоялось совещание по строительству АГНКС на территории Омской области. Председатель Совета директоров ОАО «Газпром» Виктор Зубков и губернатор Омской области Виктор Назаров подписали соглашение об использовании природного газа в качестве моторного топлива на территории области. В этом соглашении указано, что регионы должны к моменту пуска заправок обеспечить загрузку каждой АГНКС не менее, чем на 30 % ее номинальной мощности за счет получения техники по субсидиям или переоборудования.

В соответствии с документом стороны реализуют комплекс мероприятий по использованию метана на пассажирском транспорте, коммунальной, сельскохозяйственной и другой технике на территории региона. Первые четыре АГНКС в Омской области будут построены Газпромом к 2015 г., три из которых будут расположены в Омске, а одна – в п. Лузино [6]. На сегодняшний день ведется подготовка к строительству этих станций. Омская область в свою очередь обеспечит создание парка газомоторной техники для государственных и муниципальных нужд. В начальный период использования КПП заправку автомобилей необходимо осуществлять передвижными автозаправочными комплексами, приобретение которых является первоочередным. Также Омская область обеспечит производственно-техническую базу, подготовку инженерно-технического персонала и водителей на автотранспортных предприятиях, использующих газомоторные автомобили.

Правительство региона в рамках

своей компетенции будет содействовать подготовке и принятию нормативно-правовых актов, направленных на развитие региональных рынков газомоторного топлива [7].

Вопрос заправки агротехники природным газом поднимался на уровне правительства Омской области в 2002 г. По итогам его решения была организована первая заправка КПП блочного типа в районном поселке Павлоградка. Удаленность этого поселка от основной автомобильной трассы значительна, и использование этой заправки для автотранспорта общего пользования оказалось невозможным. На сегодняшний день она не функционирует.

При строительстве АГНКС необходимо решать комплексно вопрос об их рациональном размещении. С учетом отрицательного опыта строительства и эксплуатации АГНКС в районном поселке Павлоградка следует задуматься об эффективности строительства АГНКС в поселке Лузино. Помимо рационального размещения АГНКС, необходимо учитывать улично-дорожную сеть, сложившуюся застройку территории города, автобусные маршруты и пункты отстоя автобусов. Крупные пункты отстоя автобусов средней и большой вместимости, а также маршрутных такси с учетом всех путей движения транспорта Омска показаны на рис. 2.

Необходимо так планировать маршруты транспорта, работающего на КПП, чтобы пункты его отстоя были расположены вблизи АГНКС. Число автомобилей, сконцентрированных на конечных остановочных пунктах, дает основание для определения потребности в природном газе, необходимом для заправки газомоторного транспорта. Информация о потребляемом объеме КПП нужна для выбора метода заправки – то есть либо строить стационарную АГНКС, либо обходиться передвижными автозаправочными станциями. Рационально будет размещать АГНКС рядом с ГРС, которая





Рис. 2. Возможное расположение АГНКС применительно к инфраструктуре газификации Омска и транспортным магистралям

находится вблизи пунктов максимальной концентрации автобусов средней и большой вместимости и маршрутных такси.

Маломестные автобусы (маршрутные такси) с бензиновыми моторами, переоборудованными для работы на КПГ, при длине маршрута движения в среднем около 25 км через каждые шесть кругов потребуют заправку природным газом. Топливного бака им хватит на 300 км. На каждом городском маршруте Омска работает около 40 маршрутных такси,

поэтому число заправок на каждом пункте отстоя составит от 40 до 60 в сутки. Необходимый объем газа для каждого пункта отстоя будет составлять примерно 3600 м³ в сутки. Данным требованиям вполне удовлетворяет передвижная заправочная станция.

Вопрос организации заправки автобусов крайне актуален. Он имеет несколько вариантов решений. Наиболее простое – организовать заправку в каждом АТП, но это возможно только

передвижными заправщиками, так как строительство АГНКС требует расположения вблизи с АТП магистрального газопровода. Здесь следует сопоставлять затраты на организацию заправок по каждому из вариантов [8].

Для поддержания в работоспособном состоянии систем питания газобаллонных автомобилей (ГБА), особенно пассажирского транспорта, рационально организовать на заправочных пунктах специализированные участки по диагностированию и обслуживанию систем питания ГБА [9].

Приведенный в статье материал предлагается как начало решения

многофакторного вопроса развития инфраструктуры использования КПП на пассажирском автомобильном транспорте. Для этого необходимо следующее:

1. Рекомендовать строительство АГНКС вблизи газовых раздаточных станций городского газопровода и конечных пунктов отстоя пассажирского транспорта.

2. В остальных конечных пунктах следует осуществлять заправку передвижными заправочными станциями.

3. Организовать на заправочных пунктах специализированные участки по диагностированию и обслуживанию систем питания ГБА.

Литература

1. Регионы РФ получают субсидии на покупку техники, работающей на газомоторном топливе // АГЗК+АТ. – 2013. – № 8 (77) . – С. 32-34.
2. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 13 мая 2013 г. № 767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива» // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5 (35). – С. 5-6.
3. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции. Карта АГНКС России. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 20.01.2014. – URL: <http://neftegaz.ru/news/view/114812> (дата обращения: 26.02.2014).
4. АЗС «Газпромнефть» начнут реализовывать газомоторное топливо // АГЗК+АТ. – 2013. – № 10 (79) . – С. 42.
5. Метан – чистая выгода! Правила акции «Тридцать тысяч рублей» для физических лиц и индивидуальных предпринимателей. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 31.01.2014. – URL: <http://gazpromneft-metan.ru/Uploads/rules.pdf> (дата обращения: 26.02.2014).
6. Газпром потратит 412 млн руб. на строительство четырех АГНКС в Омской области к 2015 г. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 15.10.2013. – URL: <http://neftegaz.ru/news/view/114812> (дата обращения: 14.05.2014).
7. Новости Газпрома. АГНКС в Омске // Газовый вектор. – 2013. – № 9 (109). – С. 4.
8. Певнев Н.Г. Методы заправки природным газом автомобилей в период становления их эксплуатации / Н.Г. Певнев, А.С. Бакунов // Материалы Международного конгресса «Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации». – Омск: СибАДИ, 2013. – Кн. 3. – С. 59-64.
9. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): учеб. для вузов / В.И. Ерохов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 598 с.

Газпром планирует построить семь газовых заправок в Волгоградской области

12

12 августа в Волгограде под руководством председателя совета директоров ОАО «Газпром» Виктора Зубкова и временно исполняющего обязанности губернатора Волгоградской области Андрея Бочарова состоялось совещание по развитию рынка газомоторного топлива в этом регионе.

На совещании Виктор Зубков отметил, что Волгоградская область как крупный сельскохозяйственный регион и один из центров отечественного машиностроения обладает большим потенциалом развития рынка газомоторного топлива. Полномасштабное использование этого потенциала будет способствовать повышению конкурентоспособности местных предприятий, внедрению высокопроизводительных и высокорентабельных технологий, улучшению экологической обстановки.

«Мы начинаем большую работу по расширению газомоторной инфраструктуры Волгоградской области. До 2016 г. Газпром намерен построить в регионе семь новых газозаправочных станций. А в перспективе область может стать ключевой площадкой по внедрению проектов применения СПГ в качестве топлива. Успех реализации этих проектов напрямую зависит от активной позиции региональных властей», – сказал Виктор Зубков.

По итогам совещания генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев и Андрей Бочаров подписали Соглашение о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива. В соответствии с документом правительство области создаст парк техники, работающей на природном газе (сельскохозяйственная и коммунальная техника, пассажирский и специальный транспорт). Власти региона также будут содействовать развитию газомоторного рынка за счет совершенствования нормативно-правовой базы и разработки программ по стимулированию использования газа в качестве моторного топлива.

«Газпром газомоторное топливо» в свою очередь обеспечит строительство объектов газомоторной инфраструктуры и заправку техники в местах ее компактного размещения. Кроме того, компания готова оказать консультационную и методическую помощь предприятиям, эксплуатирующим газомоторную технику.

Документом определено, что создание парка техники и строительство объектов инфраструктуры будет осуществляться по специально разработанной программе.

Газпром ведет масштабную работу по развитию российского рынка газомоторного топлива и его выводу на принципиально новый уровень. В Программу газификации российских регионов, а также во все соглашения, подписываемые с субъектами РФ, включается обязательный раздел, касающийся развития региональных газомоторных рынков.

На территории Волгоградской области функционирует девять АГНКС, принадлежащих Газпрому. В 2013 г. через них было реализовано 18,5 млн м³ компримированного природного газа, что на 9,5 % больше аналогичных показателей предыдущего периода и составляет более 20 % всего объема реализации КПГ на территории Южного федерального округа. Средний процент загрузки АГНКС, расположенных на территории Волгоградской области, по итогам 2013 г. составил 33,1 % (в среднем по России 21,6 %).

В мае 2013 г. между ООО «Газпром газомоторное топливо» и ООО «ВОЛГАБАС» было подписано Соглашение о сотрудничестве. Основная цель партнерства – создание и внедрение газомоторных транспортных средств, а также формирование благоприятных условий для развития российского рынка газомоторного топлива.

Управление информации ОАО «Газпром»

Использование КПП-технологий в районе прохождения газотранспортной системы как фактор регионального развития

А.М. Шендрик, начальник оперативно-производственной службы
ГПУ «Шебелинкагаздобыча» (Украина),

М.И. Фык, доцент НТУ «Харьковский политехнический университет», к.т.н. (Украина)

Авторы предлагают техническое решение, которое представляет собой комплекс технологических, технико-экономических и организационных инноваций. Использование такого технического решения могло бы сделать нагрузку на ГТС в течение года более равномерной. Для его реализации потребуются строительство газопроводов-отводов (с необходимой производительностью) и создание средств дискретных перевозок от магистральных компрессорных станций в направлениях, которые нуждаются в дополнительном сезонном энергопотреблении. При этом отборы из таких газопроводов-отводов должны осуществляться не только по локальным газовым линиям, но и на пунктах заправки КПП.

Внедрение такого технического решения дало бы мощный толчок для развития малого и среднего бизнеса (например, в сельском хозяйстве или системах теплоснабжения) на основе использования КПП как топлива для автотракторной техники, котельных установок, мини-дизельных электростанций, мобильных элеваторов, пекарен, мини-консервных и сахарных заводов и многого другого. В условиях мирового экономического кризиса это дало бы толчок к развитию экономики страны. При этом необходим генеральный инвестор, готовый лоббировать продвижение таких технологий.

Ключевые слова:

комбинированная система газоснабжения, компримированный природный газ, серийное производство оборудования для КПП.

Одной из основных проблем становления газовой промышленности было недостаточное развитие инфраструктуры газотранспортной системы. С постройкой развитой системы газопроводов были сформированы мощные газовые рынки, которые были ориентированы на корпоративного пользователя в лице не только крупных промышленных предприятий,

но и целых государств. В последнее время старые рынки существенно изменились, трансформируются технологии, география энергетической промышленности и газопотребляющих сетей.

С развитием газоиспользующих технологий и производственных мощностей конкуренция на газовых рынках приобрела новую остроту, поскольку появились новые источники газовых поставок.

Развитие и трансформация промышленного и магистрального транспорта газа тяготеет к новым источникам углеводородного сырья и крупным потребителям.

Природный газ как товар имеет ярко выраженный сезонный спрос. В холодное время года спрос на газ возрастает, поскольку он используется как топливо для отопительных систем, а в теплое время года значительно падает [1] (рис. 1). С учетом мирового экономического прагматизма и колебаний промышленного спроса на газ доля влияния теплогенерирующих систем на загруженность ГТС будет возрастать в часы пик. Это может осложнять работу не только газотранспортных предприятий, но и газодобывающих.

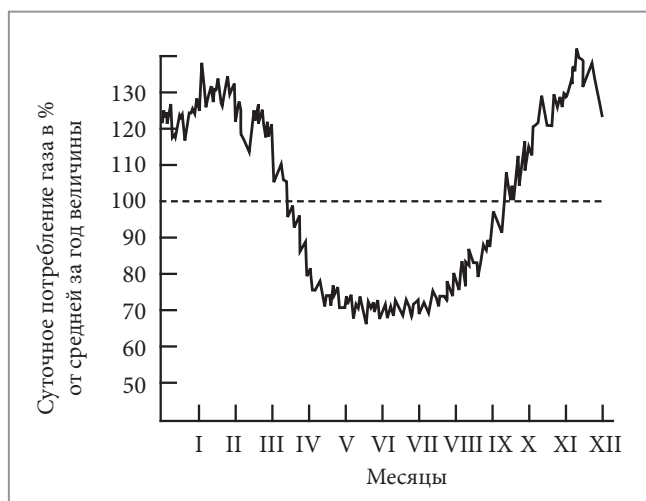


Рис. 1. Диаграмма сезонного потребления газа

На рис. 1 видно, что колебание по сезонам года может достигать 300 %, а относительные колебания по промышленной недельной загрузке в холодные дни, особенно в дни общенациональных праздников – около 10 %. При этом существует большой региональный потенциал потребления газа, связанный с проведением сезонных работ в сельском хозяйстве (пахота, культивация, уборка урожая) и последующей переработкой сельхозсырья

в промышленности (производство сахара, соков, переработка хлопка и шерсти).

Основу потенциальных потребителей газа составляют малые и средние предприятия (фермерские хозяйства, передвижные мини-заводы по переработке сельхозпродукции, мини-электростанции и др.), а также недостаточно освоенные территории со слабо развитой энергетической инфраструктурой. Основной сложностью газоснабжения таких потребителей является низкая экономическая эффективность трубопроводной газификации этих районов, которая к тому же сильно зависит от сезонных нагрузок. Стоимость трубопровода диаметром 300...500 мм длиной 1 км с минимально необходимой инженерной инфраструктурой достигает в среднем 42,5...76,5 тыс. долл. США, а срок реализации проектов строительства газопроводов-отводов увеличивается до 3-4 лет из-за земельных, экономических и социальных вопросов. Кроме того, нужно время на согласование и реализацию проектов новой присоединительной мощности, установку трансформаторных и распределительных устройств (в соответствии с техническими условиями, требованиями безопасности и надежности), что увеличивает сроки ввода и окупаемости таких систем энергоснабжения еще на 1-2 года.

При большом числе таких хозяйств они, как правило, малы и разбросаны на большой территории. Основная их часть привязана к конкретной местности (пастбища, поля, сады) и требует отдельного снабжения электроэнергией и топливом. Проведение к ним линий электропередач или адресное обеспечение топливом стоят дорого и часто экономически нецелесообразны. Поэтому рентабельность энергоснабжения мелких сельхозпредприятий значительно ниже, чем крупных. При этом надо учитывать и труднодоступность территорий, связь которых с развитыми районами затруднена.

Эффективным решением энергоснабжения таких хозяйств и территорий могла бы стать комбинированная система газоснабжения в зоне прохождения ГТС, которая бы объединила в себе элементы газопроводов малой и средней производительности, а также мобильные и блочно-модульные пункты заправки компримированным природным газом (КПГ).

При дальнейшем рассмотрении будем говорить о предлагаемом авторском техническом решении, как комплексе технологических, технико-экономических и организационных инноваций. Использование такого технического решения могло бы сделать нагрузку на ГТС в течение года более равномерной: зимой дополнительный спрос на природный газ обеспечат отопительные системы, летом – малые и средние региональные предприятия.

Для реализации такой программы требуется строительство газопроводов-отводов (с необходимой производительностью) и создание средств дискретных перевозок от магистральных компрессорных станций в тех направлениях, которые нуждаются в дополнительном

сезонном энергопотреблении. При этом отборы из таких газопроводов-отводов должны осуществляться не только по локальным газовым линиям, но и на пунктах заправки КПГ (рис. 2).

Такие газопроводы-отводы могли бы играть роль энергорула для распределения природного газа между средними и малыми хозяйствами через сеть КПГ-пунктов с газовыми трейдерами регионального значения.

Одними из основных препятствий в реализации такой программы являются крайне низкое распространение технологий малой энергетики, которые бы использовали природный газ как топливо, отсутствие метрологических стандартов на оценку линейки сырых промысловых смесей углеводородов, низкая диверсификация на рынках добычи и транспорта газа.

Несмотря на серьезные достижения в области переоборудования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с бензина или дизтоплива на КПГ, использование таких технологий пока не стало популярным. Одной из главных проблем авторы считают слабое методическое обеспечение инженерного персонала,

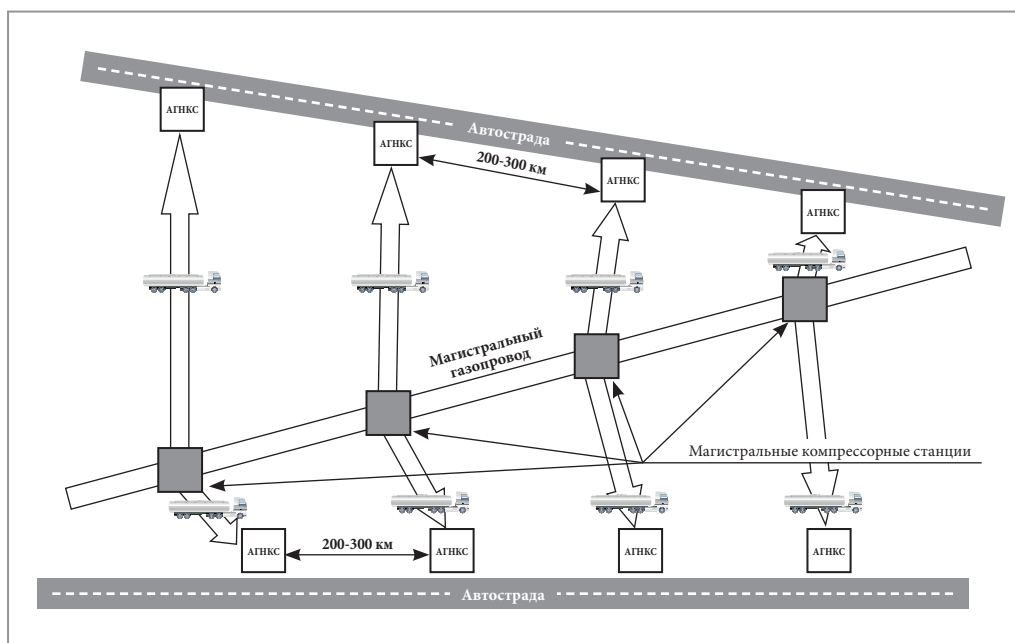


Рис. 2. Сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций

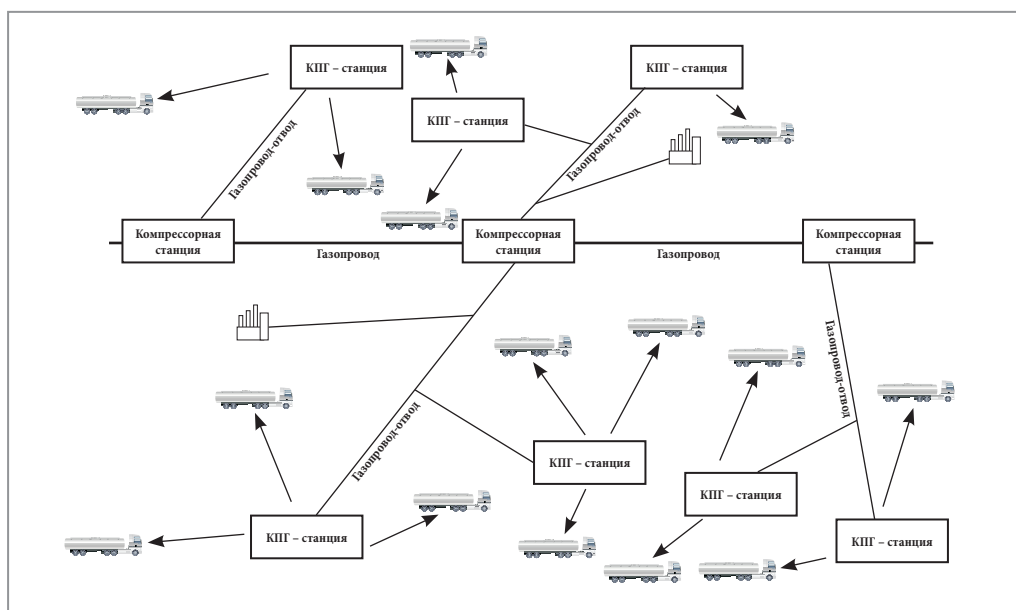


Рис. 3. Комбинированная система газоснабжения в зоне прохождения ГТС

механиков, автоэлектриков автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. С другой стороны, предприниматели и работодатели недостаточно ознакомлены с ключевыми технологиями и инновациями. При этом зачастую конечный потребитель предпочитает использовать системы «под ключ», выбирая (пусть более сложные и дорогие) уже испытанные и отработанные топливные решения.

Например, в автомобильном транспорте предпочтение отдается бензину и дизельному топливу, а не КПГ. Это связано в первую очередь со слабым развитием сетей газовых заправок, сервисов по переоборудованию и обслуживанию топливных систем для КПГ, а также с дороговизной самого оборудования, которое изготавливают относительно малыми партиями. Распространение рассматриваемой технологии требует, по-видимому, налоговых льгот и других мероприятий государственной поддержки, особенно на этапе становления.

Ситуация могла бы в корне измениться, если бы за развитие таких систем взялось крупное предприятие или предприниматели с государственной

поддержкой. Экономическая привлекательность КПГ-технологий могла бы резко возрасти, если наладить производство больших партий унифицированных топливных систем для метана, организовать эффективный качественный сервис, разработать гибкие формы финансирования, аренды и взаиморасчетов за переоборудование и сервис топливных КПГ-систем, популяризовать специальную и методическую литературу.

Ярким примером таких альтернативных топливных решений могла бы стать сеть АГНКС вдоль существующих трасс магистральных газопроводов (см. рис. 2). Причем располагать их можно было бы в соответствии с местонахождением компрессорных станций так, чтобы расстояние между АГНКС было не больше 200...300 км. Это дало бы возможность уверенно выбирать метан как базовое газомоторное топливо для автомобиля при дальних поездках (рис. 3). Конечно, уже сейчас такая сеть в России и Украине практически создана, но если достроить недостающие АГНКС, то можно обеспечивать экологичным и недорогим топливом целые автострады и дороги местного значения.

Следует отметить, что распространение таких комбинированных систем газоснабжения может стать значительным толчком для быстрого экономического развития целых регионов.

Такие системы могут обеспечивать топливом не только автомобили, тракторы и комбайны, но и небольшие электростанции, котельные в тех населенных пунктах, где раньше использование газа было невыгодно. Кроме того, потребителями могли бы стать небольшие консервные, сахарные заводы, элеваторы, пекарни, мельницы малой и средней производительности (рис. 4). Возможна организация даже целых автотракторных бригад, которые будут работать на метане и сдаваться в аренду фермерским хозяйствам. А это в свою очередь может дать толчок к появлению новых производств там, где раньше это было затруднено, а также для освоения новых территорий для сельского хозяйства.

Некоторые экономические аспекты организации перевозок с рассматриваемой технологией приведены в [2], АГНКС, показанные на рис. 4, хорошо освещены в [3].

Физическая реализация технологии состоит из следующих мероприятий:

- создание сети газопроводов-отводов и пунктов заправки КПП вдоль магистральных газопроводов;
- создание сети сервисных станций по переоборудованию и обслуживанию топливных систем автотракторной техники;
- разработка и серийное производство недорогих унифицированных топливных линейных блоков для ДВС автотракторной техники;
- внедрение льготных механизмов финансирования программ по созданию и продвижению систем снабжения компримированным природным газом.

Для опытных механиков не секрет, что средний расход бензина или дизельного топлива легкими автобусами, тракторами и специальными механизмами составляет около 15...25 л на 100 км пробега. В ценах 2013-2014 гг. на заправках Украины усредненная стоимость «освоения» 100 км пути при помощи бензина марки А-80 составит 200 грн. (около 20 долл. США). Топливный эквивалент 1 л рассматриваемого бензина равен 1 м³ газа с подготовкой

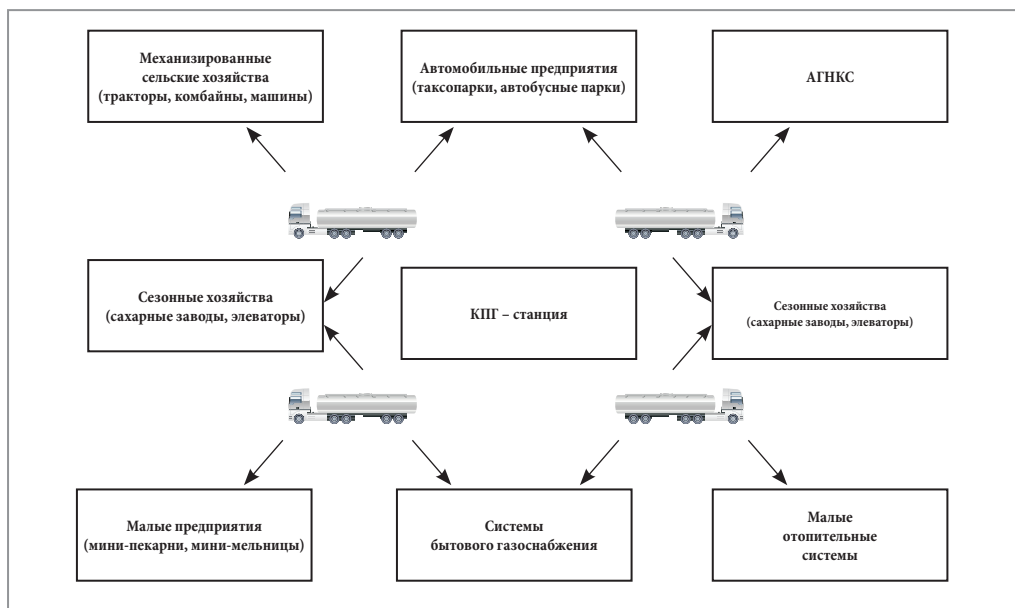


Рис. 4. Потенциальные потребители КПП

в системах магистрального транспорта и АГНКС. Стоимость КПП на АГНКС составила в 2013-2014 гг. около 0,5 долл. за 1 м³ [4]. Монополизация в сфере развития АГНКС достигла невероятных масштабов, что сделало такую цену безубыточной только для нескольких монополистов, которые строили АГНКС десятки лет назад. Цену природного газа привязали к топливному эквиваленту, что невыгодно для развития и расширения КПП-технологий.

Для понимания результатов государственной поддержки развития заправок компримированным природным газом, комплексного подхода к реконструкции ключевых энергомагистралей, популяризации производства и использования соответствующей топливной аппаратуры можно обратиться к опыту последних лет в Китае. Цена КПП на сегодняшний день в КНР ниже в 3-4 раза цены дизельного топлива. Мэрия Пекина, например, полностью прекратила закупку дизельных автобусов и переключилась исключительно на газовые [5].

Из вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы.

1. Развитие технологий дискретной перевозки углеводородных топлив имеет позитивный экономический эффект. Расширение линейки этих топлив за счет использования газа месторождений (когда сырой и неподготовленный газ

очищается непосредственно на месторождении барическим способом в процессе компримирования до 200 кгс/см²) может дать наибольший эффект в локальной области с новыми потребителями и источниками энергоресурсов.

2. Использование комбинированных технологий транспортировки газа путем совмещения трубопроводных систем и систем газоснабжения с помощью контейнерных перевозок КПП дает возможность организовать эффективное обеспечение топливом не только сезонных потребителей, но и небольшие предприятия малого бизнеса без привязки к конкретной территории.

3. Диверсификация направления и способов газоснабжения делает газодобывающие и газотранспортные предприятия более защищенными от сезонных колебаний спроса на газ, а освоение и расширение внутренних газовых рынков делает ГТС менее уязвимой от внешнеполитических рисков и других форс-мажорных ситуаций.

4. Для становления рынков КПП необходимы серийное производство унифицированных топливных систем для ДВС автотракторной техники, сельхозмашин, тепловозов, мощных котлов и др., создание стандартных методик и сети сервисов по переоборудованию и обслуживанию автомобильных топливных систем.

Литература

1. Сидоренко М.В. Подземное хранение газа. – М.: Недра, 1965.
2. Шендрик А.М., Фык М.И. Контейнерная транспортировка газа как альтернативный способ решения вопросов энергетической безопасности // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 6 (36). – С. 51-59.
3. Гаращенко А.Г. Передвижная и малогабаритная АГНКС гаражного и индивидуального использования / Сборник трудов ВНИИГАЗа. – М.: РАО «Газпром», 1997. – С. 70-76.
4. <http://www.uaenergy.com.ua/post/14172>.
5. agnks.at.ua/index/novosti_agnks_30_marta_2013_g/0-69.

Новые технологии использования природного газа

Федеральная Служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) Российской Федерации выдала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» новые патенты на изобретения и полезные модели.

Авторы Патента на изобретение № 2525759 «Способ частичного сжижения природного газа (варианты)» – главный научный сотрудник Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н., проф. С.П. Горбачев и научный сотрудник лаборатории криогенных технологий получения и использования газового моторного топлива того же института, к.т.н. И.С. Медведков.

Группа изобретений относится к области сжижения природных газов высокого давления и их смесей. В способе частичного сжижения природного газа прямой поток после охлаждения дросселируют и разделяют на производственный и технологический потоки. Предлагаемое изобретение позволит получить сжиженный природный газ (СПГ) с малым содержанием высококипящих компонентов (в том числе диоксида углерода, обладающего повышенными эксплуатационными характеристиками) при снижении энергетических затрат на его производство.

Применяемые в настоящий момент высокотемпературные адсорбционные системы очистки не позволяют существенно снизить концентрацию тяжелых углеводородов в природном газе. Предлагаемая низкотемпературная очистка позволит отказаться от применения дорогостоящей высокотемпературной очистки при одновременном увеличении качества получаемого продукта.

Формула изобретения

1. Способ частичного сжижения природного газа, включающий предварительное охлаждение прямого потока газа высокого давления, отличается тем, что прямой поток после охлаждения дросселируют и разделяют на производственный и технологический потоки, при этом производственный поток охлаждают, дросселируют, разделяют в ректификационной колонне на жидкую фракцию и паровую, которую направляют на реконденсацию с последующим направлением части реконденсированного производственного потока в ректификационную колонну в качестве флегмового орошения, а также дросселированием другой части реконденсированного производственного потока и разделением ее на жидкостную фазу, являющуюся готовым продуктом, и паровую, направляемую далее в качестве обратного потока для охлаждения прямого потока, а предварительно охлажденный технологический поток дросселируют, испаряют за счет реконденсации производственного потока, а после повторного дросселирования направляют в обратный поток.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что предварительно охлажденный технологический поток перед дросселированием направляют в испаритель-конденсатор ректификационной колонны.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что жидкую фракцию из ректификационной колонны сжимают, направляют на испарение и нагрев с промежуточным дросселированием, а затем в обратный поток.

4. Способ частичного сжижения природного газа, включающий предварительное охлаждение прямого потока газа высокого давления, отделение части прямого потока, ее расширение и соединение с обратным потоком, охлаждение другой части прямого потока, отличающийся тем, что прямой поток после охлаждения разделяют на производственный и технологический потоки, при этом производственный поток охлаждают, дросселируют, разделяют в ректификационной колонне на жидкую фракцию и паровую фракцию, которую направляют на реконденсацию с последующим направлением части реконденсированного производственного потока в ректификационную колонну в качестве флегмового орошения, а также дросселированием другой части реконденсированного производственного потока и разделением ее на жидкостную фазу, являющуюся готовым продуктом, и паровую фазу, направляемую далее в качестве обратного потока для охлаждения прямого потока, а предварительно охлажденный технологический поток дросселируют, испаряют за счет реконденсации производственного потока, а после повторного дросселирования направляют в обратный поток.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что предварительно охлажденный технологический поток перед дросселированием направляют в испаритель-конденсатор ректификационной колонны.

6. Способ по п. 4 или 5, отличающийся тем, что жидкую фракцию из ректификационной колонны сжимают, направляют на испарение и нагрев с промежуточным дросселированием, а затем в обратный поток.

Описание и формула изобретения опубликованы в открытом реестре Роспатента. Срок действия патента – 20 лет.



Требования к качеству СПГ за рубежом

20

Н.И. Изотов, кандидат технических наук

(Из книги «Сжиженный природный газ. Технологии и оборудование», посмертное издание)

Требования к качеству СПГ в разных странах определяются давно сложившимися условиями эксплуатации национальных газовых сетей и настройкой горелок у потребителей газа. Теплотворная способность СПГ, импортированного из разных источников, может быть различной. Это может привести к финансовым потерям поставщиков и претензиям к качеству газа со стороны потребителей.

Поскольку СПГ обладает различными свойствами (в том числе и разной теплотой сгорания), то большое значение имеет взаимозаменяемость СПГ и трубопроводного природного газа. По определению ISO (европейский стандарт EN 12838:2000), взаимозаменяемость природного газа (мера качества СПГ) – близкая теплотворная способность трубопроводного газа и газа, получаемого при регазификации СПГ. Газы являются взаимозаменяемыми, когда их можно применять при тех же условиях сгорания, не перенастраивая принятые параметры газовой горелки.

Способы и методы приведения в соответствие требований производителей и потребителей к качеству СПГ

Требования к качеству природного газа преследуют несколько целей: предотвращение коррозии и выпадения жидкости в трубопроводах, а также сохранение неизменными показателей работы горелки потребителя. Требования к качеству газа по коррозии ограничивают концентрацию кислых компонентов (CO_2 , H_2S), меркаптанов или общей серы. Предприятия по производству СПГ очищают газ от CO_2 до 50 ppm, чтобы избежать выпадения твердой фазы в криогенном оборудовании. Требования по H_2S определяются японским рынком, который лимитирует его содержание до 5 мг/м^3 и общей серы – до 30 мг/м^3 . Аналогичные

требования предъявляют Европа и США (за исключением Калифорнии, где требуемое содержание общей серы до 18 мг/м^3).

Кислые компоненты природного газа обычно удаляются в аминовой установке, которая обеспечивает очистку газа до норм, указанных выше. Исключения составляют заводы с более высокими концентрациями меркаптанов в исходном природном газе. Меркаптаны – очень слабые кислоты и они удаляются не прямой химической адсорбцией, а другим путем.

Чтобы предотвратить выпадение жидкости, компании по транспортировке газа в своих требованиях к качеству ограничивают количество бутанов, пентанов и тяжелых углеводородов. Заводы по производству СПГ должны удалять компоненты более тяжелых углеводородов, чтобы предотвратить их замораживание в процессе сжижения. Удаленные

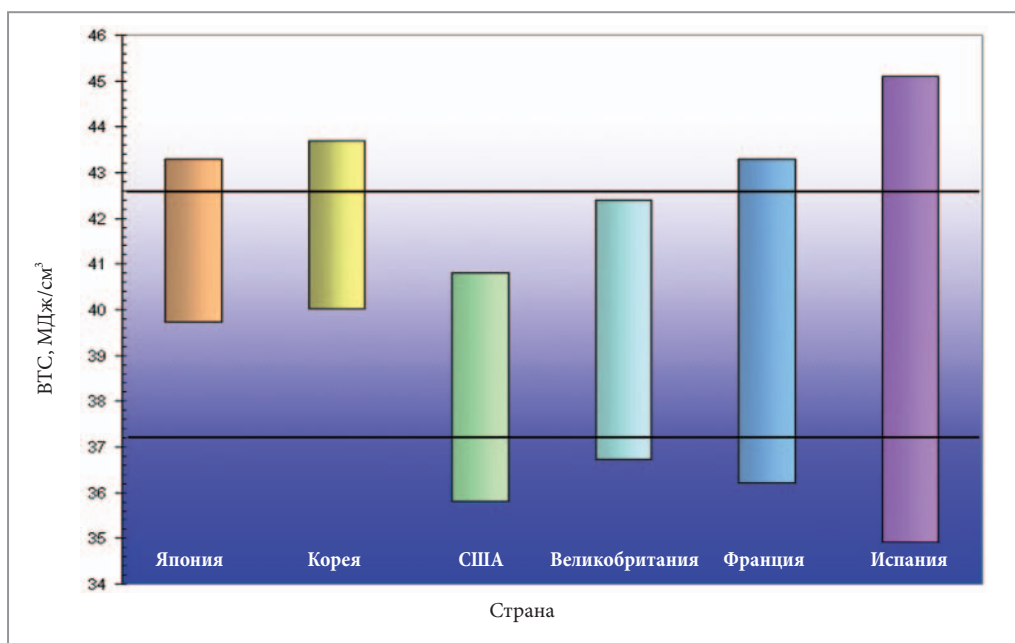


Рис. 1. Требования к ВТС газа в различных странах мира

тяжелые углеводороды являются побочным продуктом, который пользуется спросом на рынке углеводородного сырья.

Требования к подготовке природного газа к транспортировке совместимы с требованиями по подготовке газа на заводе СПГ, что делает их почти универсальными. Основной характеристикой качества газа является его теплотворная способность, количественной мерой которой является высшая теплотворная способность (ВТС). Требования по теплотворной способности (рис. 1) определяют взаимозаменяемость газа. ВТС значительно изменяется в зависимости от состава исходного сырьевого газа, и поэтому взаимозаменяемость СПГ, произведенного на разных заводах, является достаточно серьезной проблемой.

Так, страны Атлантического бассейна используют регазифицированный СПГ с более низкой ВТС. Крупнейшими потребителями такого СПГ являются США и Великобритания. Потребители АТР предпочитают закупать СПГ с повышенной ВТС. Основными производителями СПГ для этих стран являются государства Ближнего Востока.

Снижение высшей теплоты сгорания

Одной из первых трудностей, встающих перед производителями СПГ при потребности снизить ВТС, является необходимость изменения мощности завода. Снижение ВТС возможно либо за счет увеличения в СПГ содержания азота, либо за счет извлечения из него сжиженного нефтяного газа (LPG).

При извлечении LPG производительность завода СПГ снижается, и если не увеличивать мощность предприятия, то стоимость производства тонны СПГ возрастает, поскольку стоимость извлечения LPG может быть существенной. Следующий фактор – извлечение пропана и бутанов. В качественных характеристиках природного газа дается диапазон с максимальной и минимальной ВТС. Если ориентируются на минимальный предел ВТС, то производят более глубокое извлечение пропана и бутанов, если ориентируются на максимальный – наоборот.

Степень извлечения LPG определяется как рынком потребления СПГ,

так и рынком потребления LPG. Существенное значение имеют цена на LPG или его компоненты, а также доступность рынков. Если суммарные выгоды от реализации СПГ с минимальной ВТС и LPG превышают выгоды от продажи СПГ с максимальной ВТС, то в этом случае проводят более глубокое извлечение LPG и наоборот.

Уменьшение теплотворной способности за счет извлечения LPG

Схемы с рециркуляцией LPG

Принцип рециркуляции LPG основан на добавлении холодной жидкости в поток природного газа (рис. 2). Преимущество этого способа в том, что конфигурация оборудования изменяется очень незначительно. Процесс извлечения LPG в основном интегрируется с процессом сжижения, и оборудование нетрудно спроектировать для работы как в режиме извлечения, так и без него. При наличии свободных площадей возможна реконструкция завода, если при его строительстве не были предусмотрены циклы извлечения LPG.

Процессы с рециркуляцией LPG эффективны до определенного уровня. Если должно быть извлечено 60...70 % пропана, то установка с рециркуляцией LPG

работает эффективно, а если необходимо извлечь 80 % LPG и более, следует применять схемы с турбодетандерами (рис. 3).

Схемы с использованием турбодетандеров

Существует множество схем с турбодетандерами, однако все они предполагают динамическое расширение природного газа с получением жидкой фазы LPG и последующее компримирование отсепарированного газа. Расширение происходит изоэнтропно, что повышает эффективность процесса.

Схемы со скрубберными колоннами

Еще один метод повышения извлечения LPG – более низкая температура в скрубберной колонне. Это может быть сделано за счет увеличения расхода обратного потока и исключения из схемы ребойлера скрубберной колонны (рис. 4а). Увеличить расход обратного потока можно, если использовать в конденсаторе модифицированной скрубберной колонны хладагент с более низкой температурой кипения (смесь вместо пропана). Эта модификация дает значительное увеличение количества метана при разделении газовой смеси, и в большинстве случаев, чтобы получить метан из этана, требуется деметанизатор (рис. 4б).

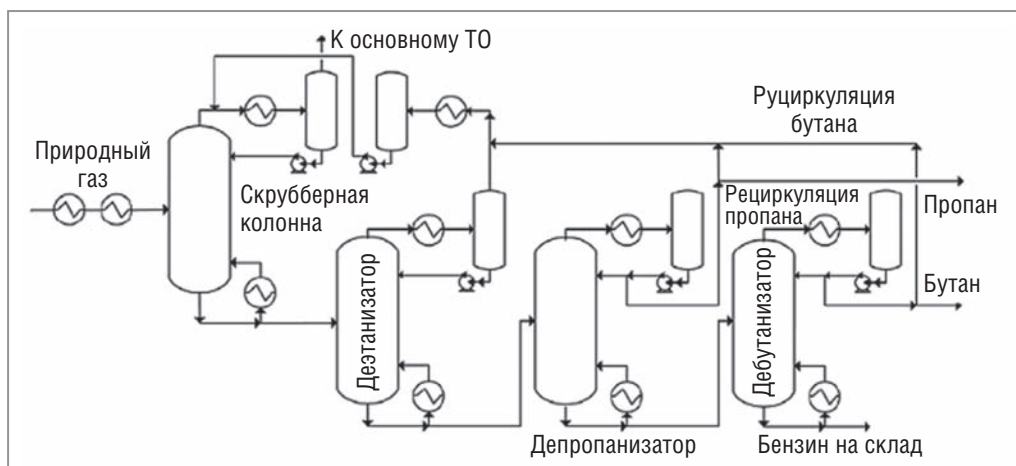


Рис. 2. Процесс рециркуляции LPG

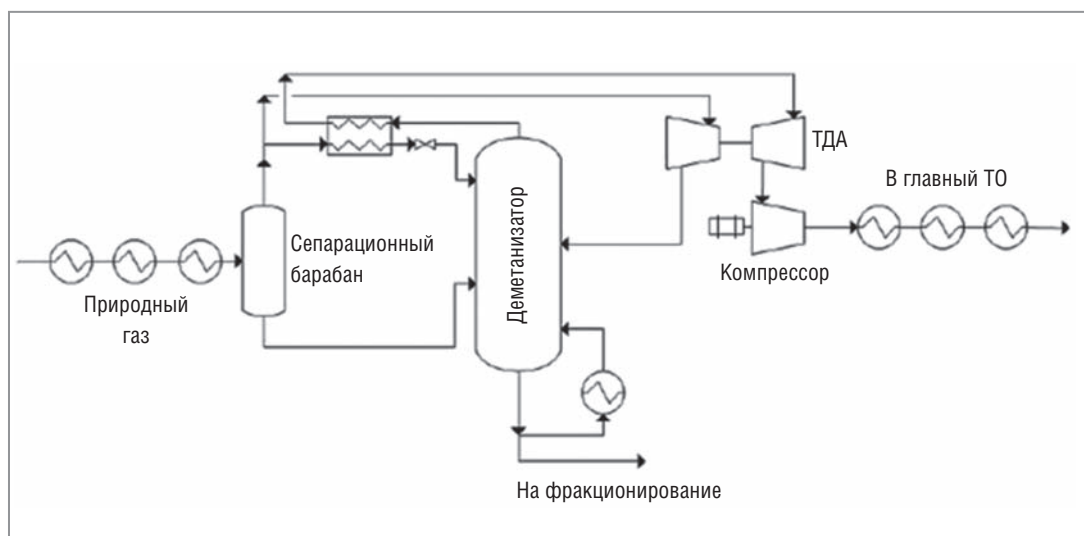


Рис. 3. Процесс с турбодетандером

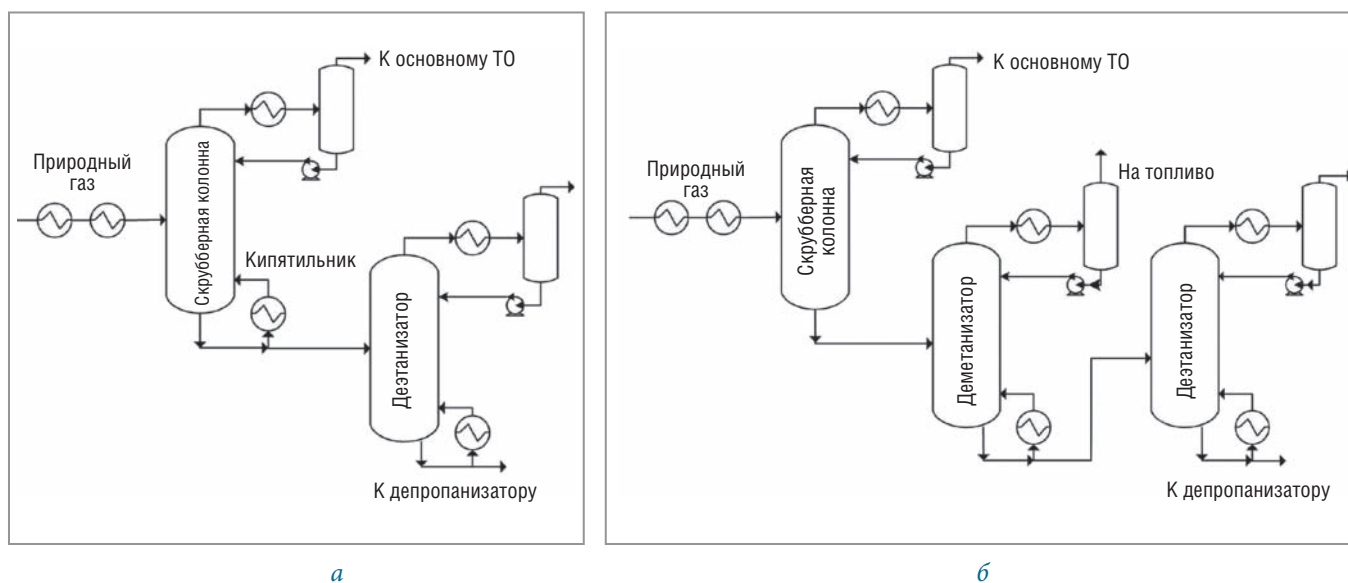


Рис. 4. Схемы со скрубберной колонной: а – до модификации; б – после модификации

Все три метода, описанные выше, могут применяться на существующих заводах в разных модификациях.

Уменьшение теплотворной способности при добавлении азота

Если необходимо существенно изменить число Воббе, то добавление азота может быть более эффективным, чем извлечение LPG. Национальные стандарты США по качеству трубопроводного

газа допускают содержание азота до 3 % (мол.). Во многих случаях азот не добавляется. Он присутствует в природном газе, и иногда его концентрация превышает 5 %. Для того чтобы азот остался в СПГ, необходимо лишь переохладить его, что требует увеличение затрат примерно на 4 % на 1 т продукта в час при повышении концентрации азота на 1 %.

В табл. 1 и на рис. 5 показано влияние извлечения LPG и добавления азота на ВТС.

Влияние извлечения LPG и добавления азота на ВТС

Параметр	ВТС	С извлечением LPG	С добавлением 3 % азота
Высшая теплота сгорания СПГ, МДж/см ³	42,4	40,6	41,4
Число Воббе для СПГ, МДж/см ³	52,9	51,9	51,4

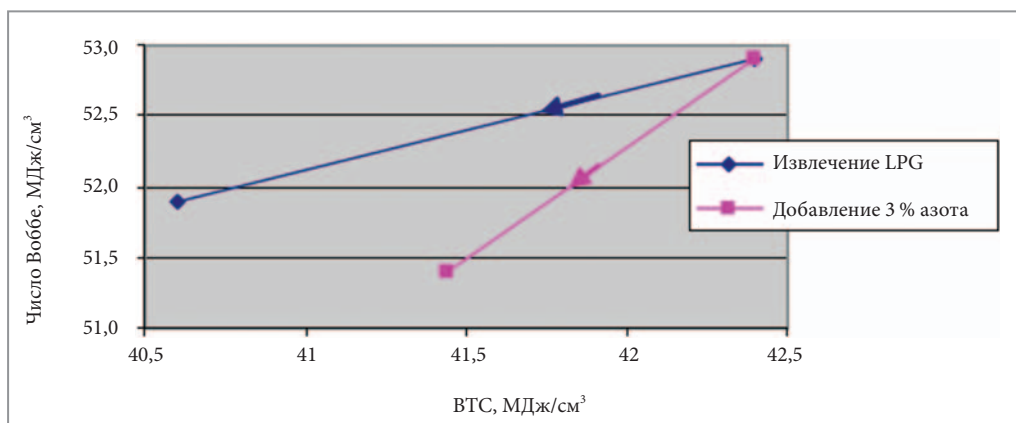


Рис. 5. Извлечение LPG и добавление азота

Повышение ВТС

Добавление LPG является единственным практическим методом повышения ВТС (помимо смешивания с газом из другого источника). Это относительно простой процесс, поскольку LPG при давлении в трубопроводе может закачиваться как жидкость, а его смешивание с природным газом не представляет трудности.

Закачка LPG является общепринятой практикой в Японии, где национальные стандарты требуют высокой теплотворной способности для природного газа, используемого в инфраструктуре страны. Одним из источников СПГ для Японии является завод Кенай на Аляске, где СПГ представляет собой почти чистый метан. Такому продукту в целях взаимозаменяемости с традиционно используемым СПГ (с максимальной ВТС) требуется закачка LPG.

Если смотреть на проблему глобально, может показаться, что лучшее техническое решение – закачка LPG на приемном

терминале потребителя. Температуры при транспортировке пропана и бутана относительно высоки (–40 °С), поэтому специальных материалов (как и при хранении) не требуется.

При прочих равных условиях дешевле транспортировать и хранить LPG и СПГ отдельно друг от друга и добавлять LPG в СПГ непосредственно перед подачей в трубопровод потребителю. Однако если площадь приемного терминала невелика, приходится смешивать LPG и СПГ до экспорта.

Просто закачивать LPG, имеющий температуру –40 °С, в СПГ, температура которого –160 °С, в одну ступень неэффективно. Другой метод – закачка LPG в жидкий метан на нескольких уровнях давления или при предварительном охлаждении LPG перед закачкой до температуры СПГ. Охлаждение LPG – дорогостоящий процесс, поэтому, как правило, он продается как отдельный продукт, а не как компонент для СПГ. Кроме того, транспортировка LPG будет производиться при температуре –160 °С.

Содержание этана в СПГ

Одной из самых больших проблем на стадии сжижения является извлечение этана. Требования национальных стандартов к качеству газа в Великобритании и Калифорнийских стандартов в США лимитируют содержание этана в СПГ до 6 % (мол.). Если в природном газе, поступившем на завод СПГ, содержится 8...9 % этана, то последний должен использоваться внутри завода или экспортироваться.

Использование этана в качестве топлива внутри завода – непростой вопрос: помимо возможных проблем с избыточным топливом, есть ограничения по содержанию этана в топливе, подаваемом на газовую турбину. Количество топливного газа, которое требует завод СПГ, зависит от многих факторов: КПД процесса, компрессора и привода, местонахождения исходного газа, наличия собственного источника электроэнергии или подвода ее извне и т.д. Типовой завод потребляет в качестве топливного около 10 % сырьевого газа. Если сырьевой газ содержит 9 % этана, а СПГ должен его содержать 6 %, то состав топлива будет следующим: 64 % метана и 36 % этана (ВТС – 47,9 МДж/м³).

Использование топлива, содержащего 36 % этана, повлияет на работу газовых турбин и выбросы оксидов азота. Если выбросы NO_x составляют 160 ppm, то такое топливо может использоваться при эксплуатации газовых турбин Frame 5 и Frame 6. В качестве топлива для газовых турбин Frame 7 можно использовать топливный газ с содержанием метана не менее 85 % (мол.). Только в этом случае будут обеспечены допустимые выбросы NO_x.

По мере становления глобального рынка СПГ взаимозаменяемость газа становится все более важным вопросом. В то же время достичь согласия о едином стандарте производителям и потребителям очень трудно, так как в разных странах уже достаточно давно

функционируют национальные трубопроводные системы, для которых разработаны национальные нормативно-технические документы. Учитывая это, Федеральная комиссия по регулированию в энергетике США отметила, что на данном этапе применение универсальных стандартов даже внутри страны будет разрушительным для существующей торговли, поскольку продавцы и покупатели СПГ постараются сохранить существующий порядок ведения дел.

Извлечение LPG будет оставаться общепринятым предпочтительным методом для регулирования ВТС СПГ в сторону уменьшения как на стадии его получения, так и на стадии регазификации. В существующих терминалах для снижения ВТС СПГ применяется азот, и, возможно, этот экономичный способ будет использоваться при регазификации и в дальнейшем, особенно когда контролирующим фактором является число Воббе. Способом повышения ВТС будет закачка LPG в регазифицируемый СПГ, а не на стадии сжижения из-за высокой стоимости транспортировки.

Повышенное содержание этана в природном газе может создать проблемы при использовании части природного газа в виде топлива. Это связано как с нормами на топливо для газовых турбин, так и с возможностью повышения выбросов оксидов азота с выхлопными газами.

Извлечение этана при производстве СПГ – неоднозначно решаемая задача. При отсутствии потребителей этана в регионе, где находится завод по производству СПГ, его извлечение может быть целесообразным либо на регазификационных терминалах, либо на ГПЗ перед подачей в магистральные газопроводы. Наличие потребителей этана позволяет увеличить прибыль завода по производству СПГ, так как извлечение этого газа может быть организовано в пределах технологического цикла сжижения.

Требования к качеству СПГ в США

26

В каждой стране, импортирующей СПГ, существуют свои требования к качеству и составу газа. Требования к качеству газа в США определяются на терминалах регазификации в индивидуальном порядке, а не на государственном или федеральном уровнях, как это принято, например, в Европе. В результате каждый трубопровод и каждый терминал приема СПГ должен иметь свой комплект технических требований к качеству газа. Эти требования представлены в так называемой «Ведомости тарифов», которая содержит информацию обо всех внутренних трубопроводах и существующих терминалах импорта СПГ.

Большинство технических требований включает максимальную концентрацию пентана или наибольшее содержание жидкости и максимальную теплотворную способность (МТС). Однако нормальное значение точки росы по углеводородам или числу Воббе в настоящее время не представляется. Из этого следует, что технические условия в США, как правило, определяют ограничения по поставке, если значения МТС выше 1050...1075 БТЕ/фут³.

Теплотворная способность производимого в настоящее время СПГ, как правило, ниже теплотворной способности обычного газа, транспортируемого по трубопроводу, и, следовательно, не соответствует требованиям к предельному значению. Последствия использования СПГ разных производителей могут быть следующими:

- изменения в работе приборов, которые могут привести к неполному сгоранию газа в горелке и формированию опасных уровней угарного газа в выхлопе;
- повышение выбросов NO_x, что отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды;
- реконструкция заводов под требования конкретных потребителей;

- перенастройка газовых двигателей транспортных средств.

Однако есть способы добиться взаимозаменяемости газов, которая может обеспечить подачу регазифицированного СПГ в систему трубопроводов фактически без проблем. Если состав импортируемого СПГ не соответствует требованиям американских газопроводов, может быть использован один из следующих способов:

- добавление к регазифицируемому СПГ инертного газа (типа азота) или углекислоты;
- извлечение этана, пропана и бутанов на приемном терминале;
- извлечение этана, пропана, бутанов и остаточного пентана при сжижении до отгрузки в США;
- смешивание «жирного» СПГ с более «тощим» на американском приемном терминале.

В каждом проекте импорта СПГ эта проблема решена или решается по-разному:

- терминалы Cove Point (Вашингтон) и Everett (Бостон) используют закачку N₂ и воздуха для снижения числа Воббе регазифицированного СПГ до подачи его в транспортные трубопроводы;
- терминал Elba Island принимает поставки только из Тринидада, пренебрегая значениями МТС, так как Тринидад производит самый «тощий» (газ с малым содержанием тяжелых углеводородов и низкой теплотворной способностью) СПГ среди всех крупнейших производителей (новые проекты СПГ, находящиеся в процессе реализации, обеспечат соответствие качества газа текущим условиям);
- для терминала Lake Charles, расположенного в Мексиканском заливе, вопрос поставки обогащенного СПГ не составляет проблемы – поскольку терминал расположен в производственной зоне, обогащенный СПГ может подаваться в трубопровод путем его смешивания с трубопроводным газом

Требования, предъявляемые к качеству газа на приемных терминалах СПГ в США

Терминал СПГ	Предельное значение МТС, БТЕ/фут ³	Технологический процесс для уменьшения МТС
Everett Boston	1150	Закачка воздуха
Cove Point	1138	Закачка азота
Elba Island	1075	Закачка азота
Lake Charles	1200	Экстракция C ₂₊

или пропускания через одну из установок экстракции этана из LPG, расположенных в зоне залива; таким образом, Lake Charles – единственный терминал, который может принимать СПГ с тепловорной способностью, достигающей 1200 БТЕ/фут³.

Требования, предъявляемые к качеству газа на приемных терминалах СПГ в США, представлены в табл. 2.

Ключевым условием для импортеров СПГ является получение взаимозаменяемого по качеству газа после регазификации. Основным критерием качества СПГ в США является состав природного газа после регазификации. Природный газ, поступающий в трубопроводную систему, а затем к конкретному потребителю, должен удовлетворять условиям сгорания.

Поскольку американская газовая инфраструктура создавалась давно, она рассчитана на «тощий» СПГ. Обычно СПГ содержит больше этана, пропана и бутана, чем американский внутренний трубопроводный газ. Кроме того, СПГ, в отличие от природного газа для внутреннего потребления, фактически не содержит углекислого газа и азота. Однако США заинтересованы в получении «жирного» газа, так как из него можно извлечь этан, пропан и бутан, которые могут быть проданы как отдельные продукты или использоваться как сырье в других отраслях промышленности.

Стандартами, устанавливающими требования к качеству СПГ и регазифицированного газа в США, являются:

- 49CFR Part 193 Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards. (Технологические объекты сжиженного природного газа: Федеральные требования безопасности);

- 33CFR Part 127 Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas. (Береговые объекты сжиженного природного газа и потенциально опасных сжиженных газов);

- NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). (Стандарт для производства, хранения и обработки сжиженного природного газа);

- NFPA57 Standard for Liquefied Natural Gas (LNG) Vehicular Fuel Systems. (Стандарт для сжиженного природного газа в качестве топлива для автомобилей);

- International Regulations BS7777 and EN1473. (Международные инструкции BS7777 и EN1473).

Требования к качеству СПГ в странах Европы

Ирландия

- I.S. EN 12838:2000. Installations and Equipment for Liquefied Natural Gas – Suitability Testing of LNG Sampling Systems (Установки и оборудование для сжиженного газа – отбор проб сжиженного природного газа);

- I.S. EN ISO 15403:2005. Natural Gas – Designation of the Quality of Natural Gas For Use as a Compressed Fuel for Vehicles

(Природный газ – требования к качеству компримированного природного газа, используемого в качестве моторного топлива для транспортных средств);

- I.S. EN ISO 14532:2005. Natural Gas – Vocabulary (Природный газ – словарь);

- I.S. CEN / TS 15174:2006. Gas Supply Systems – Guideline for Safety Management Systems for Natural gas Transmission Pipelines (Системы поставки газа – основные положения по системам безопасности для трубопроводного транспорта природного газа).

Великобритания

- BS EN 1160:1997. Установки и оборудование для сжиженного природного газа. Общие характеристики сжиженного природного газа. Близкие по назначению стандарты: EN 19, EN 736-1, EN 736-2, EN 736-3, EN 764, EN 1160, EN 10045-1, EN 12308, EN ISO 5210, prEN ISO 5211:2000, prEN 12266-1:1999, prEN 12516-1:2000, prEN 12516-2:2000, prEN 12516-3:1999, EN 12570, ISO 5210:1991, ISO/FDIS 5211:2000, ISO 10497, ASTM A 380.

- BS EN 12838:2000. Installations and equipment for liquefied natural gas. Suitability testing of LNG sampling systems (Устройства и оборудование для жидкого природного газа. Экспертиза качества жидкого природного газа). Близкие по назначению стандарты: EN 1160, ISO 2854, ISO 6568, ISO 6578, ISO 6976, ISO 8943. Замененный стандарт: 97/708458 DC.

- BS EN 12308:1998. Installations and equipment for LNG. Suitability testing of gaskets designed for flanged joints used on LNG piping (Сооружения и оборудование для сжиженного газа. Методы отбора проб СПГ). Близкие по назначению стандарты: EN 764, EN 1160, EN 1333, EN 1514-1, EN 1514-2, EN 1514-3, EN 1514-4, prEN 1515-1, prEN 1515-2, EN ISO 6708, ISO 6708.

- BS 7576:1992, ISO 8943:1991. Method for continuous sampling of liquefied natural gas (LNG) in transfer pipelines (Методы контроля отбора проб сжиженного природного газа в передающих рукавах-

трубопроводах). Близкие по назначению стандарты: BS 7577, ISO 6712, Health and Safety at Work etc. Act 1974. Замененные стандарты: 88/51276 DC, 05/30143358 DC, BS EN 1473:1997, ISO 9091-1:1991.

На протяжении многих лет Великобритания не испытывала дефицита газа. Внутренние потребности, которые оцениваются в 100 млрд м³/год, страна полностью удовлетворяла за счет собственной добычи на шельфе Северного моря. В настоящее время из-за роста потребления и истощения собственных месторождений страна вынуждена начать импорт газа.

Европейские газовые рынки применяют национальные стандарты качества газа, основанные на приемлемом диапазоне числа Воббе. Поставки, объемы, распределение и качество газа в Великобритании контролируются Управлением газовой безопасности. Сетевой кодекс, регламентирующий деятельность газовой отрасли в Великобритании, – основной документ, нормирующий все вопросы, связанные с поставками, объемами, распределением и качеством газа на внутреннем рынке. Сетевой кодекс заключен между правительством Великобритании и частной компанией Transco.

В импорте газа в Великобританию все более значительную долю занимает СПГ. В импортируемом СПГ верхний предел числа Воббе превышает принятый Управлением газовой безопасности Великобритании на внутреннем рынке (Сетевой кодекс Великобритании. Версия 3.08 от 26 февраля 1996 г.).

Текущие стандарты BS EN, используемые в качестве критерия качества газа для проверки газовых печей и плит, определяют теплоту сгорания газа в 1075 БТЕ/фут³. Это значение находится в диапазоне теплоты сгорания СПГ, производимого на многих заводах. Однако из-за увеличенного извлечения тяжелых компонентов типичная теплота сгорания газа, подаваемого по трубопроводам, в большинстве регионов Великобри-

тании в настоящее время значительно ниже: между 1025 и 1060 БТЕ/фут³.

Британский международный стандарт BS 7576: 1992 «Охлажденные углеводородные жидкости. Отбор проб сжиженного природного газа. Непрерывный метод» регламентирует метод непрерывного отбора проб СПГ для определения его качественного состава при передаче по транспортным коммуникациям.

Группа компаний Gastec (Нидерланды, Италия, Великобритания и США) провела исследование последствий разбавления регазифицированного СПГ азотом и углекислым газом с целью обеспечения постоянного числа Воббе (50,7 МДж/м³) и пришла к следующим выводам:

- добавление азота к газообразному топливу с повышенным содержанием этана и более высококипящих углеводородов, чем это принято в национальных стандартах, при регулировании числа Воббе не будет вызывать больших проблем;

- добавление азота к «жирному» газу уменьшает теплоту сгорания и, следовательно, не повлияет на работу газовой горелки (как промышленной, так и коммунальной), настроенной на определенное качество газа;

- теплота сгорания изменяется существенно при содержании пропана в поступающем газе на уровне 15 % – в этом случае требуется дополнительная обработка поступающего газа для приведения его состава в соответствие с действующими государственными стандартами;

- при транспортировке разбавленного газа необходимая мощность КС уменьшается;

- понижение нижнего предела взрываемости за счет увеличения содержания более высококипящих углеводородов является незначительным;

- выбросы оксидов азота, как и температура пламени, изменятся незначительно;

- изменение качества газа будет

иметь значение, только если газ используется как сырье для промышленности;

- если двуокись углерода используется в качестве разбавляющего газообразного вещества, она ведет себя как азот – ни одно из этих двух веществ не имеет никаких преимуществ.

Германия

- DIN EN 1160. Installations and equipment for liquefied natural gas – General characteristics of liquefied natural gas; German version EN 1160:1996 (Сооружения и оборудование для сжиженного газа – Общие качества сжиженного газа; немецкая версия EN 1160:1996);

- DIN EN 1473. Installations and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations; German version DIN EN 1473:2007 (Установки и оборудование для сжиженного газа – Проектирование береговых сооружений; немецкая версия DIN EN 1473:2007);

- DIN EN 12838. Installations and equipment for liquefied natural gas – Suitability testing of LNG sampling systems; German version EN 12838:2000 (Устройства и оборудование для сжиженного газа – Испытания систем отбора проб при перевозке СПГ; немецкая версия EN 12838:2000).

Франция

- NF EN 1160-1996. Устройства и оборудование для сжиженного природного газа. Общие характеристики сжиженного природного газа;

- NF EN 13423-2000. Эксплуатация транспорта, работающего на сжатом природном газе;

- NF EN ISO 6976-2005. Природный газ. Расчет теплотворной способности, плотности, относительной плотности и числа Воббе для смеси.

Австрия

- OENORM EN ISO 6976:2005. Природный газ. Расчет теплотворной способности, плотности, относительной плотности и числа Воббе для смеси;

- OENORM EN ISO 13686:2006. Газ природный. Обозначение качества;

- OENORM EN 12838:2000. Устройства и оборудование для сжиженных природных газов. Испытание на пригодность систем отбора проб сжиженных природных газов.

Норвегия

- NS-EN 12838. Installation and equipment for liquefied natural gas – Suitability testing of LNG sampling systems (Устройства и оборудование для сжиженного природного газа. Испытание на пригодность систем отбора проб сжиженного природного газа);

- ISO 8943:2007. Refrigerated light hydrocarbon fluids – Sampling of liquefied natural gas – Continuous and intermittent methods (Охлажденные легкие углеводородные жидкости. Отбор проб сжиженного природного газа непрерывным методом);

- ISO 6578:1991. Refrigerated hydrocarbon liquids – Static measurement – Calculation procedure (Охлажденные углеводородные жидкости. Статические измерения. Процедура вычисления);

- ISO 1998-5:1998. Petroleum industry – Terminology – Part 5: Transport, storage, distribution (Нефтяная промышленность. Терминология. Часть 5: Транспорт, хранение, распределение);

- NS-EN ISO 14532. Natural gas – Vocabulary (ISO 14532:2001 including Corrigendum 1: 2002). Природный газ – Словарь (ISO 14532:2001, включая доработку 1: 2002).

Польша

- PN-EN ISO 10715:2005. Природный газ. Указания по отбору проб;

- PN-EN ISO 10723:2005. Природный газ. Оценка действия процессуальных аналитических систем;

- PN-EN ISO 11541: 2004. Природный газ. Определение содержания воды под высоким давлением;

- PN-EN ISO 14111: 2004. Природный газ. Указания по обеспечению измерительной связности в анализе;

- PN-ISO 6976:2003. Природный газ. Расчет теплотворных значений,

плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе состава;

- PN-ISO 12213-1:2003. Природный газ. Расчет коэффициента сжимаемости. Часть 1: Введение и указания;

- PN-ISO 12213-2:2004. Природный газ. Расчет коэффициента сжимаемости. Часть 2: Расчет с использованием молярного состава;

- PN-ISO 12213-3:2004. Природный газ. Расчет коэффициента сжимаемости. Часть 3: Расчет с использованием физических свойств;

- PN-C-04750:2002. Газообразное топливо. Классификация, определение и требования;

- PN-C-04751:2002. Природный газ. Оценка качества;

- PN-C-04752:2002. Природный газ. Качество газа в транспортной сети;

- PN-C-04753:2002. Природный газ. Качество газа, поставляемого потребителям из распределительной сети.

Требования к качеству СПГ в Японии

Япония – самый большой потребитель СПГ, импортирующий его более тридцати пяти лет. Поэтому здесь особенно остро стоят вопросы стандартизации его качества и взаимозаменяемости газов. В Японии стандарты и требования к природному газу для бытовых и промышленных потребителей разрабатывает JGA, она же поддерживает снабжение промышленных и коммунальных потребителей газом в соответствии с их требованиями. JGA контролирует качество привезенного СПГ и его соответствие национальным стандартам. Разработанные ею стандарты регламентируют характеристики СПГ для бытовых и промышленных потребителей по величине теплоты сгорания.

Японские промышленные стандарты утверждаются министрами соответствующих отраслей, но их использование – и это следует подчеркнуть – носит добровольный характер.

Требования к качеству СПГ в Южной Корее

СПГ в Южную Корею поступает с завода сжижения в Катаре. Рейс из Катара до терминала Tong-young, которым управляет Korea Gas Corporation, длится четырнадцать дней. Давление

насыщения паров СПГ на танкере было вычислено исходя из состава СПГ и его температуры на момент прибытия танкера к терминалу. Концентрация азота за время рейса уменьшилась с 0,67 до 0,38 % (мол.). Составы СПГ в отгрузочном и приемном терминалах отражены в табл. 3.

Таблица 3

Состав СПГ в пунктах приема и отгрузки

Компонент	Состав СПГ в пункте приема, % мол.	Состав СПГ в пункте отгрузки, % мол.
N ₂	0,38	0,67
C ₁	92,98	92,95
C ₂	6,24	6,03
C ₃	0,36	0,33
i-C ₄	0,02	0,01
n-C ₄	0,02	0,01

Требования к качеству СПГ в РФ

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработал проект Технических условий (ТУ) «Газ сжиженный природный для наземного транспорта, авиационной и ракетной техники, коммунальных потребителей». В ТУ дается определение СПГ, предельное содержание основных компонентов, назначение марок СПГ. ТУ регламентируют: технические требования,

требования безопасности и охраны природы, правила приемки, методы контроля, упаковку, маркировку, хранение и транспортировку, гарантии производителя.

СПГ должен соответствовать требованиям настоящих ТУ и производиться в соответствии с технологическим регламентом, утвержденным в установленном порядке. По физико-химическим показателям качества СПГ марок А, В и С должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели качества СПГ марок А, В, С

Наименование показателя	Значения для марок СПГ			Метод испытаний
	А	В	С	
Состав, % об.: метан, не менее этан, не более пропан, не более бутан, не более азот, не более	90,0 7,0 4,5 0,5 3,0	96,0 3,0 0,5 0,1 1,0	86,0 7,0 4,5 1,0 3,0	По ГОСТ 23781 и п. 6.3 настоящих ТУ
Массовая доля серосодержащих примесей, %, не более: сероводород сера меркаптановая	0,001 0,002	0,001 0,002	0,001 0,002	По ГОСТ 22387.2
Точка росы по влаге при температуре 0 °С и давлении 101,32 кПа, не более	-70	-70	-70	По ГОСТ 20060
Низшая теплота сгорания при температуре 0 °С и давлении 101,32 кПа, МДж/м ³ /(ккал/кг), не менее	36,4 / (11564)	35,6 / (11830)	38,7 / (11521)	По ГОСТ 22667 и п. 6.4 настоящих ТУ

Эти ТУ могут служить основой для создания современного нормативного документа, который будет соответствовать международному стандарту. В соответствии с техническим заданием, утвержденным ОАО «Газпром», ЗАО «Крионорд», ОАО «Криогенмаш», ООО «Лентрансгаз», ЗАО «Сигма-Газ» разработали ведомственный руководящий документ ВРД 39-1.10-064–2002 «Оборудование для сжиженного природного газа (СПГ). Общие технологические требования при эксплуатации систем хранения, транспортирования и газификации».

Этот ВРД распространяется на системы хранения, транспортировки и газификации СПГ и устанавливает общие технологические требования к эксплуатации указанных систем. Положениями ВРД следует руководствоваться при разработке конструкторской и эксплуатационной технической документации систем хранения, транспортировки и газификации СПГ. ВРД не распространяется на системы топливоснабжения автомобильных, железнодорожных и речных транспортных средств.

В зависимости от области применения состав СПГ должен соответствовать требованиям ТУ 51-03-03–85 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания», утвержденным Мингазпромом, и ТУ 0271-076-00480689–99 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для ракетной техники», утвержденным Российским космическим агентством.

Регазифицированный природный газ должен соответствовать требованиям ГОСТ 5542–87 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия», утвержденного Постановлением Госстандарта СССР от 16.04.87 г. № 36. СПГ должен храниться в специальных хранилищах, состоящих из одного или нескольких криогенных резервуаров, и доставляться от них

потребителю автомобильным, железнодорожным или водным транспортом.

В части систем хранения упомянутый ВРД распространяется на технологию эксплуатации наземных криогенных резервуаров любого объема. В части систем транспортировки ВРД распространяется на перевозки СПГ автомобильным и железнодорожным транспортом. В части систем газификации настоящий ВРД распространяется на технологию эксплуатации установок и устройств, использующих для испарения СПГ тепло атмосферного воздуха, воды и других жидких теплоносителей или огневой подогрев.

Требования к качеству газов в российских нормах и стандартах

ГОСТ 5542–87 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия». По физико-химическим показателям природные горючие газы должны соответствовать требованиям и нормам, приведенным в табл. 5.

ТУ 51-03-03–85 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия». По физико-химическим показателям СПГ должен соответствовать требованиям и нормам, приведенным в табл. 6.

ТУ 0271-076-0480689–99 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для ракетной техники. Технические условия». По физико-химическим показателям СПГ должен соответствовать требованиям и нормам, приведенным в табл. 7.

Анализ стандартов, действующих на территории разных стран, показал, что и в Северной Америке, и в Европе существует развитая система стандартов. Кроме того, международные, европейские и американские организации разрабатывают общие подходы и требования к нормативным показателям стандартов для их гармонизации друг с другом.

Таблица 5

Нормирование показателей природного газа (по ГОСТ 5542-87)

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Теплота сгорания низшая, МДж/м ³ (ккал/м ³), при температуре 20 °С и давлении 101,325 кПа, не менее	31,8 (7600)	По ГОСТ 27193-86 По ГОСТ 22667-82 По ГОСТ 10062-75
Область значений числа Воббе, МДж/м ³ /(ккал/м ³)	41,2...54,5/ (9850...13 000)	По ГОСТ 22667-82
Допустимое отклонение числа Воббе от номинального значения, %, не более	± 5	–
Массовая концентрация сероводорода, г/м ³ , не более	0,02	По ГОСТ 22387.2-83
Массовая концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более	0,036	По ГОСТ 22387.2-83
Объемная доля кислорода, %, не более	1,0	По ГОСТ 23781-87
Масса механических примесей, г/м ³ , не более	0,001	По ГОСТ 22387.4-77
Интенсивность запаха газа (при 1 % об. в воздухе), балл., не менее	3	По ГОСТ 22387.5-77

Таблица 6

Нормирование показателей сжиженного природного газа (по ТУ 51-03-03-85)

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Состав, % об.: метан этан пропан и более тяжелые углеводороды азот	92 ± 6 4 ± 3 2,5 ± 2,5 1,5 ± 1,5	По ГОСТ 23781-83 По ГОСТ 23781-83 По ГОСТ 23781-83 По ГОСТ 23781-83
Низшая теплота сгорания при температуре 0 °С и давлении 101,325 кПа, МДж/м ³ /(ккал/кг)	35,2 / (11 500)	По ГОСТ 22667-82
Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы, %, не более	0,005	По ГОСТ 22387.2-83

Таблица 7

Нормирование показателей сжиженного природного газа (по ТУ 0271-076-04806898-99)

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Углеводороды, % об.: метан этан, пропан бутан – гексан, не более гептан – декан, не более непредельные и циклические, не более азот, не более диоксид углерода, не более	96,0 ± 2,0 2,820 ± 2,0 0,036 0,001 0,001 1,130 0,011	По ГОСТ 23781 (любым методом)
Сероводород и меркаптановая сера (суммарно), % об./ (мг/м ³), не более	0,001 / (1,52)	По ГОСТ 22387.2 (любым методом)
Массовая концентрация водяных паров, при температуре –60 °С (точка росы по влаге) и давлении 0,1 МПа, г/м ³ , не более	0,0079	По ТУ 6-875К.550.014
Массовая концентрация суммы кристаллов воды, отвержденных газов, механических примесей, г/м ³ , не более	0,001	По ГОСТ 20060 По ГОСТ 23781 По ГОСТ 6370
Теплотворная способность, кДж/кг/(кДж/м ³)	49500 / (35400)	По ГОСТ 22667

Среди общих стандартов заметное место занимают те, что регулируют требования в газовой отрасли, в частности в области обращения СПГ, так как это направление развивается быстрыми темпами. Стандартизация требований к качеству СПГ, производимого на заводах и поступающего к потребителю, является важным фактором успешной деятельности конечного потребителя. Гармонизированные стандарты позволяют конечным потребителям получать газ необходимого качества без перенастройки своих газовых горелок и сократить дополнительные затраты, к чему в конечном итоге стремятся все.

Главный вывод из всего изложенного: необходимо иметь развитую систему стандартов, устанавливающих требования к качеству СПГ, чтобы продавцу можно было выгодно продать свой товар, произведенный с учетом всех требований существующих норм, а потребителю – получить товар соответствующего качества или довести его качество до нужных характеристик, опираясь на существующие стандарты.

В Российской Федерации существуют свои нормативные документы (ГОСТ, ТУ, РД), а также специальные технические условия, разработанные для определенного объекта (например, завод СПГ на Сахалине). Однако проблема заключается в том, что нормы проектирования и безопасности, действующие в РФ, отличаются от западных. Кроме того, некоторые нормы, необходимые для проектирования безопасных и надежных технологических процессов СПГ, просто отсутствуют.

Для решения этих проблем при Правительстве России создано агентство «Ростехрегулирование». По результатам анализа требований, предъявляемых к качеству СПГ в различных странах, можно сделать вывод о федеральном регулировании качества газа в странах Европы и местном регулировании (на терминалах регазификации) в США. Основным

требованием к качеству газа является максимальная теплотворная способность. В зависимости от приемного терминала ее значение меняется в достаточно широком диапазоне: от 1075 до 1200 БТЕ/фут³. Требования к качеству и составу СПГ на территории РФ находятся в стадии согласования.

Исходные данные, необходимые для разработки стандартов качества СПГ в России

В России планируется строительство завода по производству СПГ на Штокмановском месторождении (Баренцево море). Предполагается, что вывоз СПГ будет осуществляться круглогодично танкерами-метановозами большой грузоподъемности. Для реализации этой идеи необходимо разработать пакет стандартов, определяющих качество вырабатываемого СПГ. Чтобы выгодно продать полученную с заводов сжижения продукцию, следует провести всесторонние исследования рынка СПГ, определить потенциальных покупателей и изучить условия работы их внутренних газораспределительных сетей. От требований к качеству газа потенциальных потребителей должно зависеть и качество СПГ, выпускаемого на наших заводах.

При подходе к разработке стандарта качества СПГ необходимо учесть следующее. За основу требований к качеству СПГ берется его ВТС, которая определяется составом. Состав полученного СПГ зависит от состава исходного природного газа и технологической схемы, принятой на заводе по производству СПГ. В конечном продукте могут присутствовать этан и пропан – такой СПГ будет считаться «жирным», то есть его ВТС будет достаточно высока. Для извлечения этана и пропана может быть поставлено дополнительное оборудование или увеличена мощность уже существующего.

Однако при этом количество выпускаемой основной продукции (СПГ) уменьшится. Производителю такой способ невыгоден. Если в составе СПГ будет преобладать в основном метан (до 96...98%), полученный СПГ считается «тощим», его ВТС будет относительно низкая.

Требования к ВТС предъявляют потребители, поэтому если СПГ производится для конкретного потребителя, тогда и состав конечного продукта уместно гармонизировать с его требованиями. В общем случае потребитель на приемном терминале должен провести анализ качества регазифицированного газа перед подачей его в трубопроводную систему, чтобы привести качество газа в соответствие с требованиями национальных стандартов.

Требования к качеству СПГ у производителя определяются:

- составом исходного газа;
- технологической схемой завода;
- наличием дополнительного оборудования.

Требования к качеству СПГ у потребителя определяются:

- составом полученного СПГ;
- качеством регазифицированного газа в сравнении с качеством газа, на который настроена национальная горелка.

В мире существуют стандарты, гармонизирующие эти достаточно противоречивые требования, что позволяет

сделать взаимозаменяемыми регазифицированный СПГ и исходный природный газ. Для достижения этой взаимозаменяемости необходимо гармонизировать российские национальные стандарты с зарубежными, для начала разделив их на следующие группы с условными названиями:

1. «Обложка»: международный стандарт после квалифицированного перевода практически без изменений принимается в качестве национального.

2. «Модификация»: международный стандарт принимается в качестве национального после относительно небольших изменений или дополнений.

3. «Основа»: уникальность объекта (его назначение или использование) диктует необходимость подготовки самостоятельного документа, учитывающего национальную специфику, но не противоречащего международной практике.

Выбор группы зависит от ориентации:

- на потребителя с определенными требованиями к СПГ и регазифицированному из него газу;
- на потребителя, который примет СПГ любого качества/состава и сам приведет его в соответствие с параметрами своей национальной газовой горелки;
- на любого потребителя.

Новый газовоз для СПГ

28 августа в г. Чинхэ (Южная Корея) заместитель председателя правления ОАО «Газпром» Александр Медведев принял участие в торжественной церемонии именнаяречения нового газовоза для перевозки сжиженного природного газа (СПГ). Судну вместимостью 170,2 тыс. м³ дано имя «Псков».

Благодаря оснащению специальным дизель-электрическим двигателем СПГ-танкер «Псков» является одним из самых экономичных и экологически чистых в мире. Газовоз сертифицирован по ледовому классу Ice2 и может эксплуатироваться при низких температурах, в том числе осуществлять транспортировку СПГ через Северный морской путь по открытой воде.

Газовоз «Псков» – второй из серии высокотехнологичных СПГ-танкеров ледового класса, разработанных по заказу Газпрома. Судно будет зафрахтовано у «Совкомфлота» компанией Gazprom Marketing & Trading (GM&T).

С получением нового газовоза общая емкость собственного танкерного флота Газпрома возрастет до 800 тыс. м³. Этого объема газа хватит, например, для электроснабжения почти 1,7 млн домохозяйств в течение года.

Развитие собственного танкерного флота наряду с созданием новых мощностей по производству сжиженного природного газа дает компании ощутимое преимущество на высоколиквидном рынке СПГ.

Доля Газпрома в мировом производстве СПГ составляет около 5%. В планах компании – увеличение доли на мировом рынке СПГ до 15% после реализации проектов «Владивосток-СПГ» и «Балтийский СПГ».

Управление информации ОАО «Газпром»

Уменьшение времени прогрева двигателя и отопления салона транспортного средства за счет использования теплоты отработавших газов

В.А. Раков, доцент Вологодского государственного университета, к.т.н.,
А.Ю. Сальников, аспирант Вологодского государственного университета

В статье дается оценка применения рекуператора теплоты отработавших газов для ускорения прогрева двигателя и отопления салона транспортного средства.

Ключевые слова:

использование теплоты, теплообмен, математическая модель, температура охлаждающей жидкости, рекуператор.

К современным транспортным средствам (ТС) предъявляются высокие требования по экономичности и комфорту. И то и другое сильно влияют на потребительские свойства, а значит заставляют автопроизводителей постоянно дорабатывать конструкцию и технологии изготовления.

Одними из главных параметров, отражающих комфорт транспортного средства, являются условия микроклимата в салоне. В первую очередь, обеспечение необходимого количества тепла при низких температурах и быстрый прогрев салона автомобиля. В то же время теплоты, производимой двигателем внутреннего сгорания (ДВС) после пуска, недостаточно для отопления салона, что связано с необходимостью длительного его прогрева. Последнее особенно актуально для транспортных средств, используемых для поездок на работу или

в качестве такси. Для примера: при пуске ДВС при температуре воздуха $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ достижение его рабочей температуры возможно лишь через 10 мин и только лишь во время движения, а с прогревом на холостом ходу требуется еще большее время. Это значит, что водителю придется ждать хотя бы для того, чтобы отогреть запотевшие стекла.

В некоторых случаях теплоты, вырабатываемой ДВС, и вовсе не хватает для отопления пассажирского салона, например, в автобусах.

Способы ускоренного прогрева ДВС и салона хорошо известны. Это дистанционный пуск от сигнализации, применение предпусковых подогревателей и электроподогревателей, термосов тепла. Массовое использование таких устройств ограничивается их недостатками – например, высокой стоимостью, увеличением расхода топлива, неудобством

использования и т.д. Кроме того, современные экологические требования к выбросам вредных веществ автомобильным транспортом предусматривают снижение расхода топлива за счет кратковременных отключений ДВС во время остановки, что дополнительно ставит задачу быстрого его прогрева и выхода на рабочий режим после очередного пуска.

Вместе с тем, еще на первых легковых автомобилях Fiat с воздушным охлаждением применялись отопители, использующие энергию отработавших газов (ОГ). В настоящее время некоторые производители (например, Toyota и Lexus) снова стали активно внедрять в систему охлаждения ДВС газожидкостные теплообменники, забирающие теплоту от ОГ. Конструктивно они представляют собой участок системы выпуска, в который устанавливается теплообменная секция и управляемая заслонка, перераспределяющая поток ОГ (рис. 1). При этом, когда в получении дополнительной теплоты нет необходимости, ОГ пропускают через прямой участок

системы выпуска, где они не встречают никакого сопротивления.

Конструктивные особенности современного двигателя с искровым зажиганием позволяют установить рекуператор теплоты ОГ сразу после каталитического нейтрализатора, но какова энергия отработавших газов после запуска холодного ДВС – сложно предсказать. Авторами экспериментальным путем установлена характеристика изменения температуры ОГ двигателя с каталитическим нейтрализатором, встроенным в коллектор системы выпуска [1]. На вышеупомянутом участке системы произведен замер температуры ОГ с интервалом 10 с сразу после пуска холодного ДВС. На графике (рис. 2) показано изменение температуры ОГ. За 8 мин работы на холостом ходу их температура на указанном участке увеличивалась до 380 °С, а максимальное зафиксированное ее значение – 415 °С. Любопытно, что температура охлаждающей жидкости за этот период времени достигала всего лишь 50 °С, то есть ДВС был далеко еще не полностью прогрет.

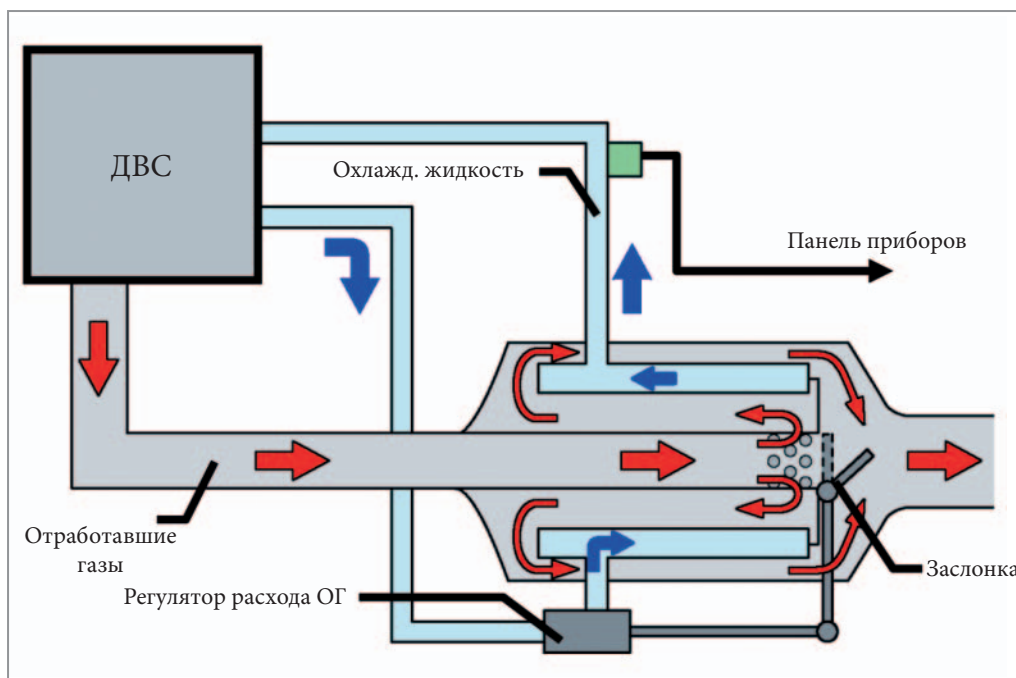


Рис. 1. Схема работы рекуператора теплоты ОГ

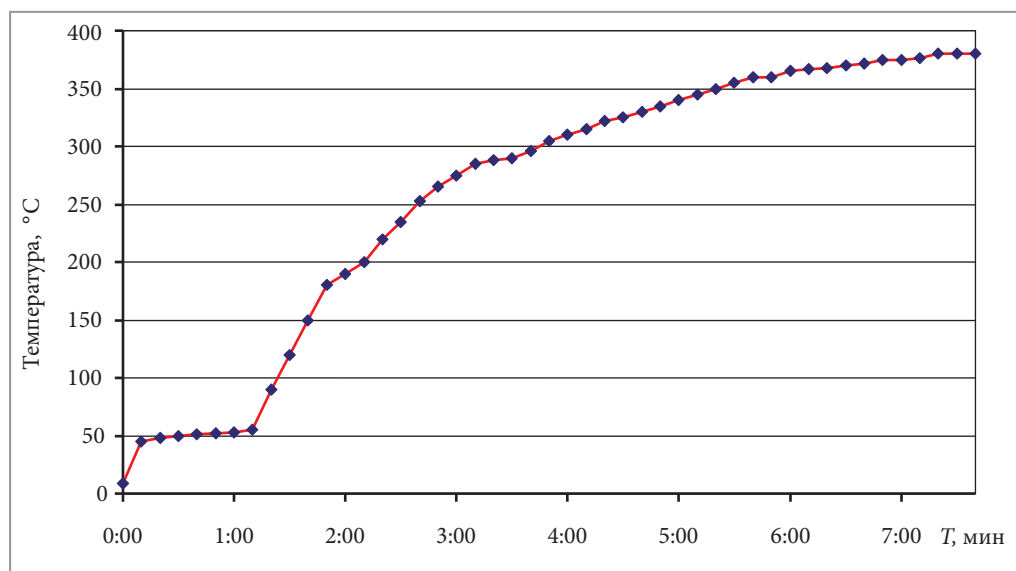


Рис. 2. Изменение температуры отработавших газов за катализатором после запуска ДВС

На графике видно, что в течение первых 70 с рост температуры ОГ останавливается на уровне 50 °С, что вызвано активным поглощением теплоты элементами системы выпуска. В течение следующих 3 мин температура ОГ достаточно интенсивно поднялась до 300 °С и была уже более чем достаточна для использования в рекуператоре теплоты.

Но можно ли узнать, как это повлияет на характеристику изменения температуры ОГ без экспериментальных исследований? Оценка эффективности внедрения в систему охлаждения устройства утилизации теплоты на этапе проектирования сопряжена с задачами моделирования теплообменной системы. Ранее авторами уже была установлена тепловая мощность ОГ на исследуемом участке системы выпуска ОГ, а также определены характеристики рекуператоров [2].

Математическое моделирование изменения температуры охлаждающей жидкости на этапе прогрева ДВС представляет ряд трудностей. Это связано с тем, что ДВС состоит из множества деталей и навесных агрегатов, неодинаково поглощающих теплоту. На скорость прогрева оказывают влияние компоновка моторного отсека, конструктивные

особенности системы охлаждения и выпуска ОГ, а также индивидуальные настройки системы впрыска топлива ДВС. Еще более сложной задачей является моделирование работы системы с установленным рекуператором, так как он использует теплоту, отводимую в систему выпуска ДВС, а температура ОГ, в свою очередь, зависит от скорости прогрева охлаждающей жидкости [3].

Задача, поставленная авторами в исследовании, состоит в создании математической модели системы, позволяющей оценить влияние теплоты, поступающей от рекуператора на прогрев охлаждающей жидкости.

Для моделирования процесса теплообмена использована блочная модель, состоящая из трех основных блоков: системы охлаждения ДВС, устройства прогрева двигателя (УПД) и отопителя салона автомобиля. В качестве исходных данных использована модель, основанная на экспериментальных данных прогрева ДВС легкового автомобиля ВАЗ-2111 (рис. 3) [4].

Коэффициент детерминации тренда R^2 , характеризующий степень совпадения экспериментальной и теоретической кривых, равен 0,9997, что более чем

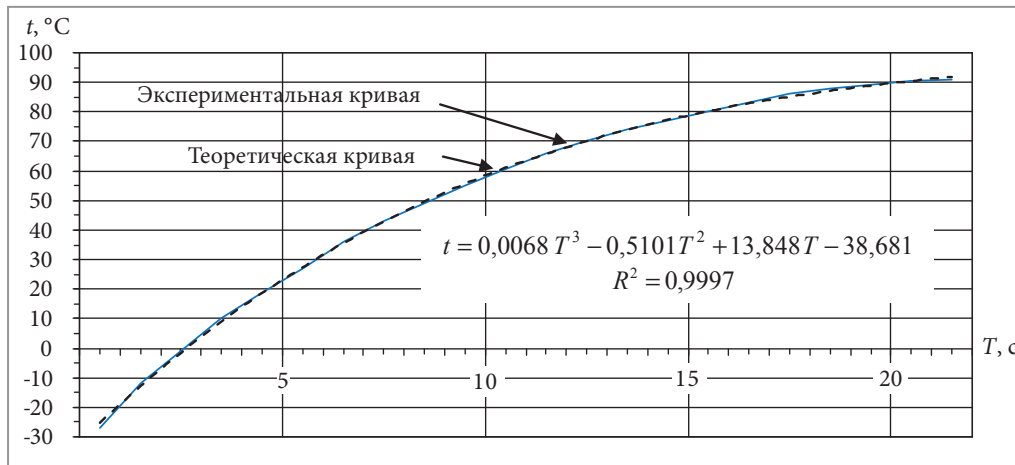


Рис. 3. Закономерность изменения температуры охлаждающей жидкости после запуска ДВС

достаточно для использования зависимости. Для описания закономерности прогрева ДВС в данных условиях использован полиномиальный закон.

Теплота, образующаяся от сгорания рабочей смеси в цилиндрах ДВС (рис. 4), частично расходуется на выполнение механической работы $Q_M^{ДВС}$, отводится в систему охлаждения $Q_C^{ДВС}$ и систему выпуска ОГ $Q_{ОГ}^{ДВС}$. Наружные стенки системы охлаждения отдают теплоту в окружающую среду в результате лучистого и конвективного теплообмена через нагретые поверхности $Q_0^{ДВС}$. В системе охлаждения в процессе прогрева ДВС осуществляется прием теплоты от сгорания рабочей смеси в цилиндрах $Q_C^{ДВС}$ и от УПД в процессе прогрева ДВС $Q_{ВХ}^{УПД}$. До завершения прогрева большой контур системы охлаждения закрыт, и теплота в него и далее (в окружающую среду) не отводится, однако она может отводиться в отопитель салона $Q_{от}$.

Рекуператор УПД подсоединен к системе охлаждения таким образом, чтобы не препятствовать циркуляции охлаждающей жидкости через теплообменник отопителя. Такая схема также позволяет водителю ТС выбирать, куда направлять дополнительно нагретую охлаждающую жидкость – в отопитель, когда его вентилятор включен, или в ДВС, когда вентилятор выключен [4-5].

В УПД на этапе прогрева ДВС происходит теплообмен, характеризующийся поступлением части теплоты из системы охлаждения $Q_{ВХ}^{УПД}$ и от ОГ $Q_{ОГ}^{УПД}$, а также отводом теплоты в теплоноситель $Q_{ВЫХ}^{УПД}$. При этом часть поступившей теплоты расходуется на гидромеханические и тепловые потери в УПД $Q_{Пот}^{УПД}$, либо не расходуется вовсе, а отводится дальше в систему выпуска ОГ $Q_{ОГ}$. Авторы не исключают возможность работы отопителя сразу после пуска холодного ДВС для быстрого отогрева стекол ТС.

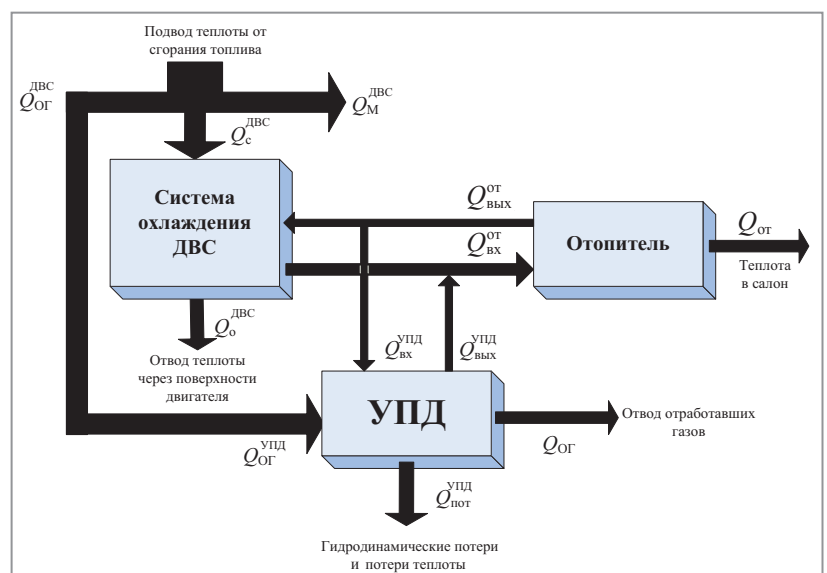


Рис. 4. Схема системы охлаждения с устройством прогрева ДВС

В теплообменник отопителя салона поступает некоторое количество теплоты $Q_{\text{вх}}^{\text{от}}$ от двигателя и УПД. Часть ее расходуется на нагрев воздуха, поступающего в салон $Q_{\text{от}}$, а часть отводится обратно в ДВС $Q_{\text{вых}}^{\text{от}}$. Интенсивность теплообмена в отопителе зависит от нескольких факторов, наиболее значимыми из которых являются температура теплоносителя, температура окружающего воздуха и скорость его прохода через теплообменник отопителя.

Все рассматриваемые блоки связаны единым циркуляционным контуром. Выходным параметром является время достижения необходимой температуры теплоносителя в отопителе салона автомобиля, а целевой функцией – минимальное время прогрева:

$$t(f_1 \dots f_n) \rightarrow \text{мин.}$$

Соотношение между изменениями температуры теплоносителей будет выглядеть следующим образом:

$$M'_1 c_{p1} (T_{1\text{вых}} - T_{1\text{вх}}) - M'_2 c_{p2} (T_{2\text{вых}} - T_{1\text{вх}}) = 0, \quad (1)$$

где M'_1, M'_2 – массовый расход газового и жидкого теплоносителей, кг/с; c_{p1}, c_{p2} – средние удельные теплоемкости теплоносителей при постоянном давлении в указанных диапазонах температур, Дж/(кг·К); $T_{1\text{вых}}, T_{2\text{вых}}$ – температура газа и жидкости на выходе из теплообменника, К (°С); $T_{1\text{вх}}, T_{2\text{вх}}$ – температура газа и жидкости на входе в теплообменник, К (°С).

В упрощенной форме

$$C_1 \Delta T_1 - C_2 \Delta T_2 = 0, \text{ или } Q'_1 - Q'_2 = 0, \quad (2)$$

где C_1, C_2 – произведение удельных теплоемкостей на массовые расходы; Q'_1, Q'_2 – энергия тепловых потоков, Вт.

Учитывая тот факт, что теплообменник не является идеальным устройством, некоторая часть теплоты будет потрачена на внутренние гидродинамические потери и излучение в атмосферу через наружные стенки и подводящие трубки.

$$Q'_1 - Q'_2 - Q'_\Pi = 0, \quad (3)$$

где Q'_Π – потери теплоты.

Интегрируя тепловые потоки энергии по времени, получим

$$\int (Q'_1 - Q'_2 - Q'_\Pi) dt = \int (Q_{\text{УПД}}^{\text{вх}} - Q_{\text{УПД}}^{\text{вых}} - Q_\Pi) dt = 0. \quad (4)$$

Откуда

$$Q_{\text{УПД}} = Q_{\text{УПД}}^{\text{вх}} - Q_\Pi. \quad (5)$$

Такое уравнение справедливо лишь для стационарного теплообменника с установившейся температурой теплоносителя и материалов, соприкасающихся с ним. В процессе нагрева тепловая энергия теплоносителя будет израсходована, в том числе и на нагрев стенок теплообменника.

Рассмотрим процесс нагрева ДВС.

Температура холодного ДВС равна T_0 . Энергия $Q_{\text{с}}^{\text{ДВС}}$ при этом равна нулю. После пуска каждый момент времени в систему охлаждения поступает некоторое количество теплоты $Q_{\text{с}i}$, которое зависит от количества сгораемого топлива и равняется

$$\int_{t_{i-1}}^{t_i} Q_{\text{с}i}^{\text{ДВС}} dt = q_{\text{ч}} \rho H_U \eta_{\text{ДВС}} 1 / 3600 = 3 \cdot 0,7 \cdot 43500 \cdot 0,3 \cdot 1 / 3600 = 7,6 \text{ кВт},$$

где $q_{\text{ч}}$ – часовой расход топлива на холостом ходу после запуска ДВС, л/ч; ρ – плотность бензина марки Аи-95; H_U – удельная теплота сгорания, кДж/кг; $\eta_{\text{ДВС}}$ – коэффициент, показывающий относительную величину отводимой в систему выпуска энергии [1].

Поступившая в систему охлаждения ДВС теплота будет равна

$$Q_{\text{ДВС}} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} (Q_{\text{ни-1}} + Q_{\text{ci}} - Q_{\text{oi}} - Q_{\text{оти}}) dt, \quad (6)$$

где $Q_{\text{ни-1}}$ – начальная теплота, или энергия в предыдущий момент времени; Q_{ci} – теплота, поступившая от сгорания топлива; Q_{oi} – теплота, отведенная в атмосферу (она в данном случае неизвестна); $Q_{\text{оти}}$ – теплота, отданная отопителю салона.

Экспериментально-теоретические исследования по установлению эффективности применения теплообменника позволяют априорно оценить (смоделировать) процесс работы всей системы после пуска холодного ДВС. При моделировании процессов прогрева используются существующие методики моделирования и математического анализа теплообменных систем [6-8].

Количество теплоты, отводимой в систему охлаждения

Исходя из существующей теории [9], не менее 28 % теплоты сгорания топливовоздушной смеси в цилиндрах прогретого до рабочей температуры ДВС отводится в систему охлаждения. В вычислении это величина авторами принята условно постоянной. Таким образом, количество теплоты, отводимой в систему

охлаждения ДВС, зависит от количества сгораемого топлива. Теплоемкость сгорания бензина Аи-95 $H_U=46000$ кДж/кг. Плотность бензина составляет $0,75$ г/см³. При низкой температуре охлаждающей жидкости количество сгораемого топлива больше. При этом количество энергии, отводимой в систему охлаждения, уменьшается и стабилизируется после достижения рабочей температуры. Результаты полученной зависимости показаны на рис. 5.

Мощность отопителя салона автомобиля и количество отводимой им теплоты

Мощность отопителя салона легкового автомобиля, в первую очередь, зависит от температуры охлаждающей жидкости и скорости воздушного потока, создаваемого вентилятором. При полностью прогретом ДВС и максимальной скорости вентилятора тепловая мощность отопителя составляет около 2,5 кВт (примерно такое же количество теплоты отводится в систему охлаждения на холостом ходу). Наиболее интересным является сравнение времени прогрева ДВС при работе отопителя на различных режимах. Для этого авторами введен удельный показатель количества теплоты, необходимой

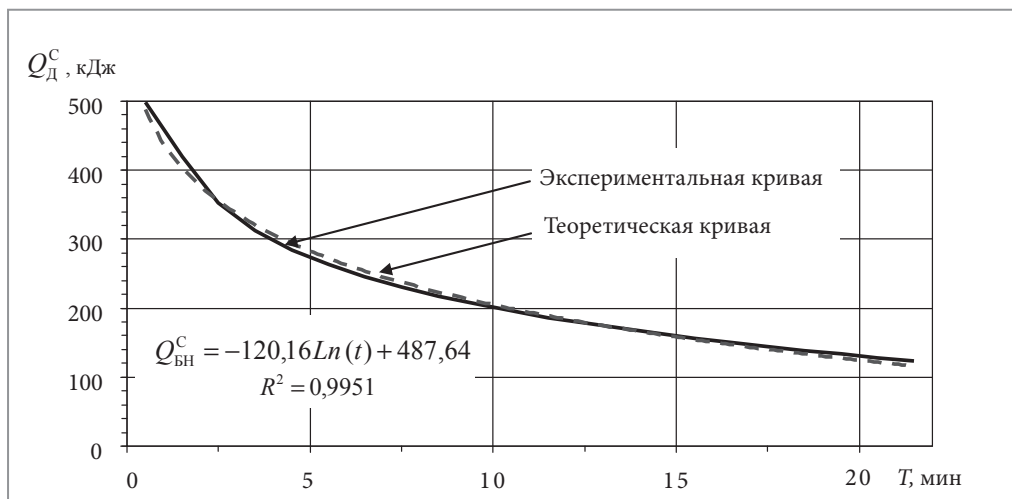


Рис. 5. Зависимость изменения отводимой в систему охлаждения теплоты от времени

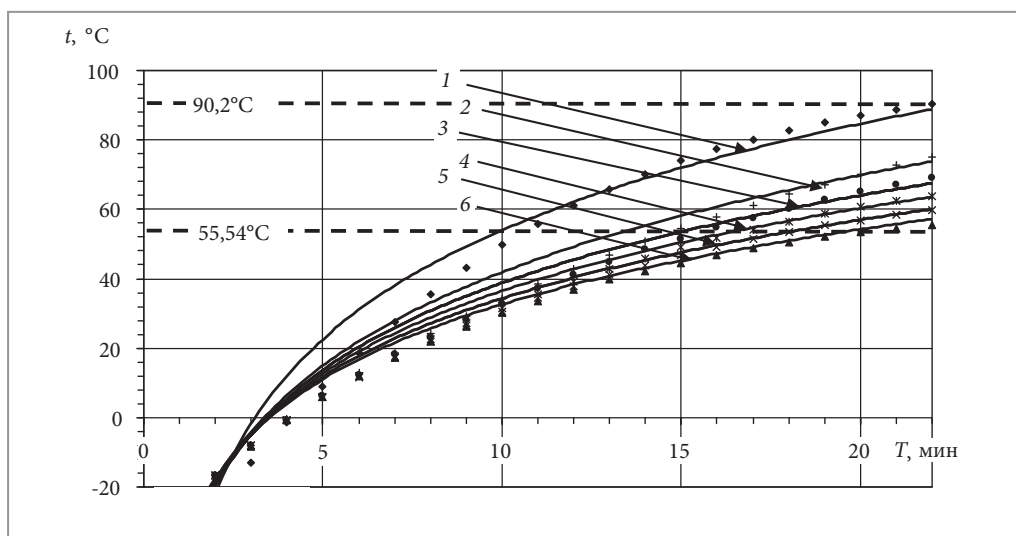


Рис. 6. Интенсивность повышения температуры охлаждающей жидкости при относительной мощности отопителя:
 1 – 0 %; 2 – 20 %; 3 – 40 %; 4 – 60 %; 5 – 80 %; 6 – 100 %

для повышения температуры охлаждающей жидкости на 1 °C до начала открытия термостата.

Результаты вычислений характеристики прогрева ДВС на разных режимах работы отопителя (рис. 6) показывают, что при увеличении интенсивности работы отопителя до 100 % ДВС не прогревается выше 55 °C, а максимальная теплота в салоне при этом составит не более 1 кВт, что говорит о неэффективности работы отопителя.

При выключенном отопителе охлаждающая жидкость ДВС прогревается до рабочей температуры (93 °C) на 21-й минуте. Если включить отопитель на 0,5 кВт, температура на 21-й минуте достигнет 78 °C. С включением на полную мощность охлаждающая жидкость к указанному времени прогреется лишь до 55,5 °C, при этом в салон будет поступать лишь 1,4 кВт тепловой мощности. Далее температура повышаться не будет.

Мощность устройства ускоренного прогрева ДВС

Мощность УПД зависит от температуры ОГ. Из предыдущих исследований

[4-5] известно, что после пуска холодного ДВС теплота ОГ расходуется большей частью на разогрев катализатора и других деталей выпускной системы. Как показали испытания ранее сконструированных авторами рекуператоров, коэффициент преобразования теплоты может достигать 50 % (причем отдача энергии начинается только после первой минуты работы ДВС). Исходя из этого вычислено количество энергии, извлеченной из ОГ для разогрева охлаждающей жидкости. С использованием того же удельного показателя количества теплоты, необходимой для разогрева охлаждающей жидкости на 1 °C, авторами найдена закономерность прогрева двигателя с УПД и с включенным на разных режимах отопителем.

На схеме (рис. 7) отражены результаты вычисленного прогрева ДВС.

Результаты теоретических исследований показывают, что применение устройства ускоренного прогрева ДВС позволяет сократить время прогрева до рабочей температуры с 22 до 10 мин (при температуре окружающей среды –27 °C), а при включенном отопителе –

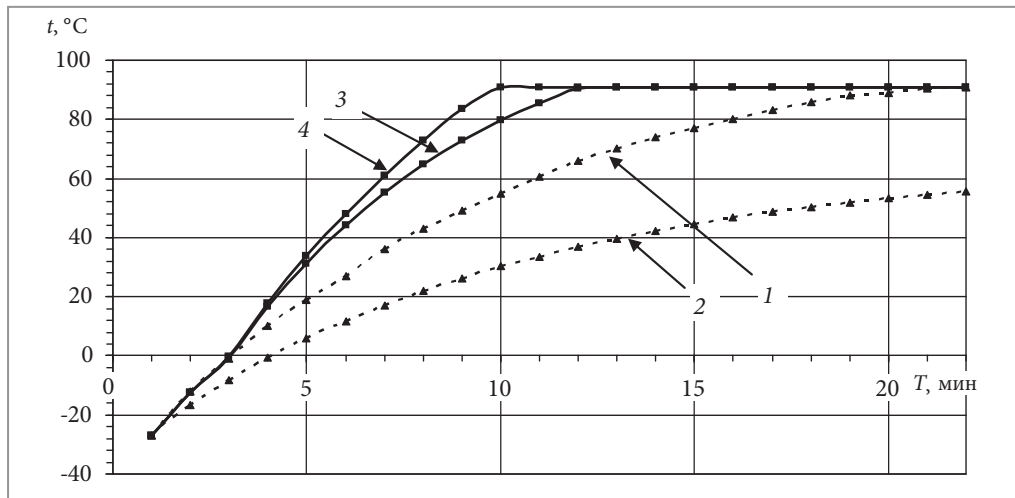


Рис. 7. Интенсивность повышения температуры охлаждающей жидкости:

1 – без УПД с выключенным отопителем; 2 – без УПД и с отопителем, работающим на максимальной мощности; 3 – с включенным УПД и отопителем, работающим на максимальной мощности; 4 – с включенным УПД и выключенным отопителем

дополнительно получать 2,5 кВт теплоты уже на 12-й минуте прогрева. В то же время без использования УПД ДВС не сможет обеспечить получение такого количества энергии до 22-й минуты.

Таким образом, применение устройства ускоренного прогрева двигателя позволяет значительно сократить время его прогрева и укоротить прогрев салона ТС.

Литература

1. Патент РФ, № 120923, МПК В60Н1/18. Экономайзер тепла выпускных газов двигателей внутреннего сгорания / В.А. Раков; заявитель и патентообладатель В.А. Раков. – № 2012117682/11(026664); заявл. 24.04.2012.
2. **Раков В.А.** Моделирование процессов теплообмена в системах охлаждения ДВС с устройством подогрева (статья) / В.А. Раков / Сб. науч. трудов SWorld. – Вып. 2. – Т. 4. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. – С. 84-89.
3. **Раков В.А.** Исследование теплопроводных процессов в пластинчатых газожидкостных теплообменниках (статья) / В.А. Раков / Энергоэффективные технологии в современном учреждении: материалы Международного энергетического форума. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – С. 100-103.
4. **Rakov, V.A.** Using exhaust heat to speed up the engine warm vehicle / V.A. Rakov / Scientific enquiry in the contemporary world: Theoretical basics and innovative approach. L&L Publishing Titusville, FL, USA. – 2012. – С 86-87.
5. **Раков В.А.** Совершенствование энергосберегающего устройства ускоренного прогрева двигателя транспортных средств / В.А. Раков / Молодые исследователи – регионам: Материалы всероссийской научной конференции студентов и аспирантов, в 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – Т. 1. – 453 с.
6. Справочник по теплообменникам: пер. с англ. [в 2-х т.] Т.1 / под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с., Т. 1.
7. **Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С.** Теплотехника: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2010. – 208 с.
8. **Мигай В.К.** Моделирование теплообменного энергетического оборудования. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 264 с.
9. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.

Многокритериальное управление технологическим оборудованием сложных технических систем с использованием методов получения нечетких выводов

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

В статье приведен пример использования системы управления компрессором на базе контроллера с нечеткой логикой, сформулирован метод управления компрессором на базе лингвистических правил и косвенных методов получения нечетких выводов. В основе метода лежит набор лингвистических правил нечеткой логики управления с использованием механизма нечетких выводов, с помощью которых вычисляется величина управляющего воздействия или воздействия, компенсирующего внешнее возмущение. Проведено исследование влияния контролируемой информации о поведении сложной технической системы на моделирование различных режимов функционирования.

Ключевые слова:

надежность функционирования сложных технических объектов, автоматизированное управление, технологическое оборудование, сложные технические системы.

В настоящее время практически все сложные технические системы (СТС) имеют в своем составе контрольно-измерительные приборы и автоматику (КИПиА), обеспечивающие защиту и управление для отдельных устройств и оборудования, входящих в состав СТС [1]. Станции заправки транспортных средств и емкостей хранения газа для коммунально-бытовых хозяйств – автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС), автомобильные заправочные станции (АЗС) и криогенные газозаправочные станции (КриоАЗС) – в свою очередь являются СТС, требующими

постоянного оперативного контроля состояния и управления технологическим оборудованием.

Хорошо себя зарекомендовавшими и применяемыми до настоящего времени в производственной практике методами управления технологическим оборудованием для перекачки, сжатия, регазификации, коммерческого учета и энергопотребления являются вычислительные средства, использующие пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД), адаптивное, нелинейное или комплексное (смешанное) управление. Особенностью данных методов можно считать, кроме прочего, малое изменение

или полную определенность динамических характеристик [2, 3].

Динамические характеристики непосредственно связаны с числом транспортных средств, пришедших на заправку, давлением в магистральном трубопроводе, техническим состоянием технологического оборудования и техническими решениями, заложенными на стадии проектирования (возможности регулирования мощности технологического оборудования). Кроме того, существенное влияние оказывает химический состав природного газа, наличие механических примесей, влажность. Возникает необходимость разработки правил компенсации внешних воздействий и управления при изменении динамических характеристик СТС [4].

Еще в конце 80-х гг. XX века были предложены принципы управления с помощью некоторых качественных соотношений между степенью открытия крана

и временем заправки транспортного средства, то есть правила и знания управления. При этом используемые в системе программно-аппаратурные средства проектируются с возможностью обучения, для чего используются механизмы, подобные нейронным сетям.

На рис. 1 приведена схема системы управления компрессором на базе контроллера с нечеткой логикой (КНЛ), аппаратная часть которого выполнена с использованием микроконтроллера.

Информация о скорости вращения ротора, температуре масла и этиленгликоля, уровне вибрации в виде напряжений поступает на вход аналогового цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в микроконтроллер, после преобразования напряжения в цифровой вид производится расчет отклонения параметров от рекомендуемого эксплуатационной документацией режима. После этого на основании лингвистических правил

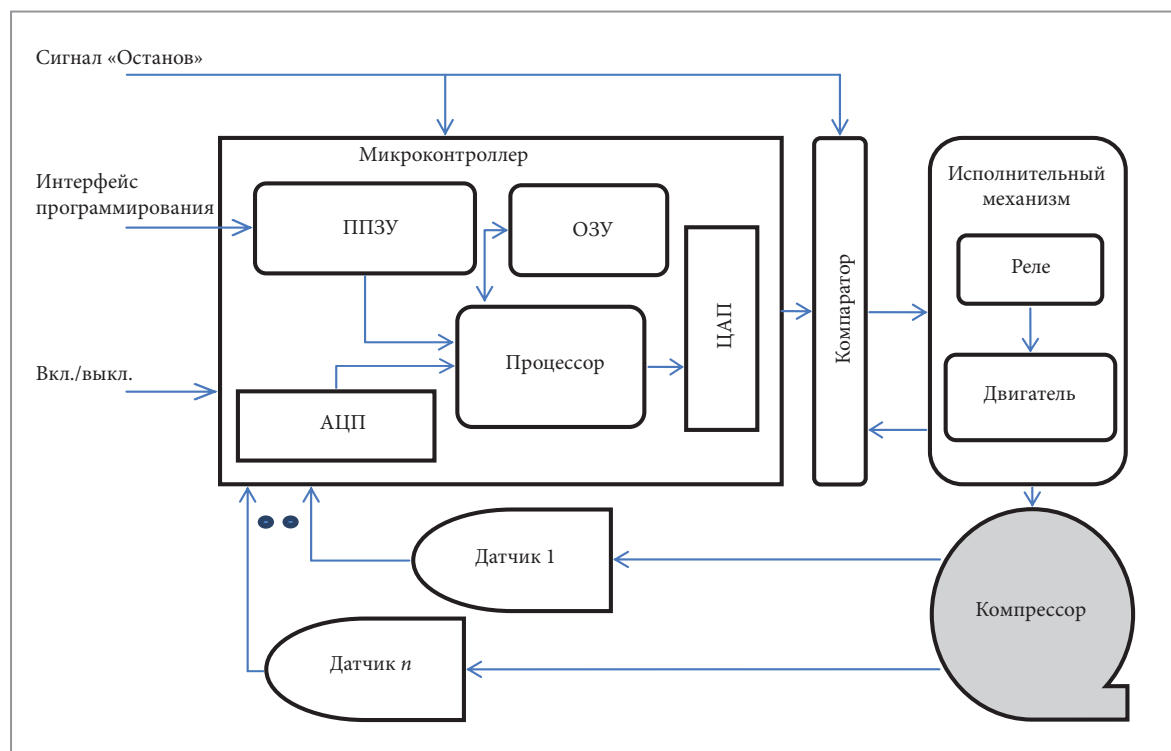


Рис. 1. Схема системы управления компрессором:

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство, ППЗУ – программируемое постоянное запоминающее устройство

нечеткой логики управления с использованием механизма нечетких выводов вычисляется величина управляющего воздействия, которая поступает на компаратор через цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Компаратор осуществляет управление обратной связью с исполнительным устройством, состоящим из двигателя и реле.

Запуск системы автоматического управления компрессором осуществляется как с помощью виртуальной кнопки, изображенной на сенсорной панели управления, так и посредством программного управления через запись кода состояния в регистр управления компрессором. Установка рекомендуемых параметров проводится путем записи информации в энергонезависимую память микроконтроллера в процессе пусконаладочных или ремонтно-восстановительных работ. При нажатии во время работы компрессора на кнопку останова управление скоростью вращения ротора компрессора прекращается, происходят временная приостановка вычислений и передача управления системе останова, при этом блок автоматического управления переводится в начальное состояние. Возобновление управления осуществляется при отсутствии сигнала торможения или по сигналу на входе «Вкл./Выкл.».

Рассмотрим метод управления компрессором на базе лингвистических правил и косвенных методов получения нечетких выводов.

Обозначим через k момент времени, $e_i^{(k)} = r_i - y_i^k$ – изменение регулируемой величины i ; $\Delta e_i^{(k)} = e_i^{(k)} - e_i^{(k-1)}$ – изменение регулируемой величины i первого порядка; $\Delta^2 e_i^{(k)} = \Delta e_i^{(k)} - \Delta e_i^{(k-1)}$ – изменение регулируемой величины i второго порядка; $\Delta u_i^{(k)} = u_i^{(k)} - u_i^{(k-1)}$ – приращение величины i регулирующего воздействия.

Сформулируем лингвистические правила для контроллера управления компрессором:

$$\begin{cases} e_i^{(k)} = r_i - y_i^k \subset P^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset P_i^{u_1} \\ e_i^{(k)} = r_i - y_i^k \subset N^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset N_i^{u_1} \\ \Delta e_i^{(k)} = e_i^{(k)} - e_i^{(k-1)} \subset P^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset P_i^{u_2} \\ \Delta e_i^{(k)} = e_i^{(k)} - e_i^{(k-1)} \subset N^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset N_i^{u_2} \\ \Delta^2 e_i^{(k)} = \Delta e_i^{(k)} - \Delta e_i^{(k-1)} \subset P^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset P_i^{u_3} \\ \Delta^2 e_i^{(k)} = \Delta e_i^{(k)} - \Delta e_i^{(k-1)} \subset N^i \leftrightarrow \Delta u_i^k \subset N_i^{u_3} \\ e_i^{(k)} = 0 \leftrightarrow \Delta u_i^k = \emptyset \end{cases}, \quad (1)$$

где r_i – заданное значение величины i ; y_i^k – текущее значение величины i ; P_i^u – нечеткое множество, имеющее функцию принадлежности заключений для каждой переменной при положительном приращении величины регулирующего воздействия; N_i^u – нечеткое множество, имеющее функцию принадлежности заключений для каждой переменной при отрицательном приращении величины регулирующего воздействия.

Если предположить, что используемые датчики имеют постоянную ошибку измерения входной величины, и функции принадлежности заключений имеют вид прямых линий, а функции предпосылок – вид арктангенсов, для которых можно определить параметры функций принадлежности a_i и b_i .

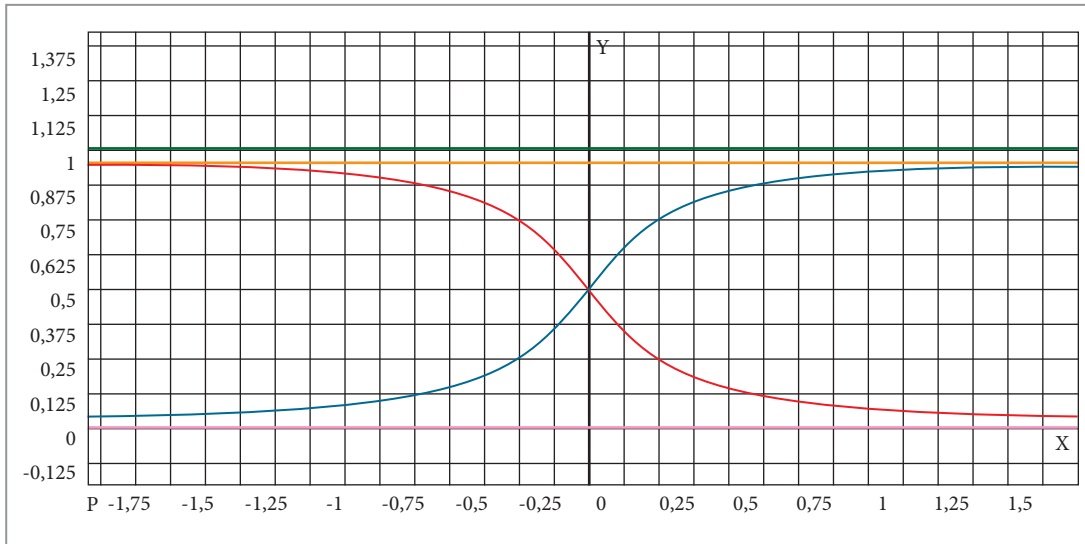
При наличии информации с датчика частоты вращения вала компрессора функция принадлежности (рис. 2а) предпосылки имеет вид

$$\begin{cases} P_i(e_i) = \frac{\arctg(d_i e_i)}{\pi} + \frac{1}{2}; \\ N_i(e_i) = \frac{\arctg(-d_i e_i)}{\pi} + \frac{1}{2}, \end{cases} \quad (2)$$

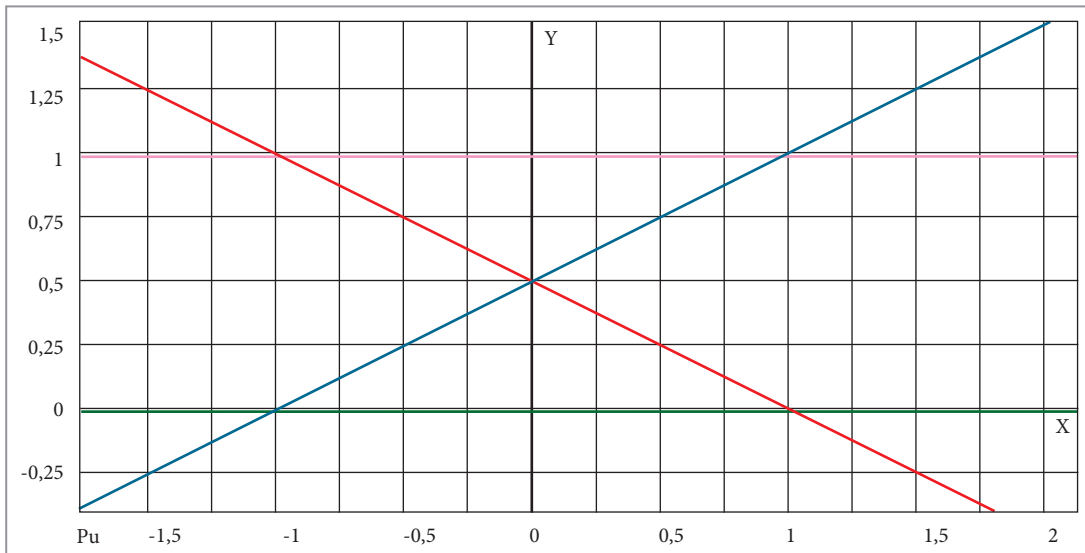
где $d_i = \text{tg}(0,45\pi) / a_i, i = 1, 2, 3$.

Функция принадлежности заключения имеет вид (рис. 2б):

$$\begin{cases} P_{u_i}(\Delta u_i) = \frac{1}{2b_i} + \frac{1}{2}, \\ N_{u_i}(\Delta u_i) = -\frac{1}{2b_i} + \frac{1}{2}. \end{cases} \quad (3)$$



а



б

Рис. 2. Графики функций системы управления компрессором:

а – принадлежность предпосылке; б – принадлежность заключению

С помощью процедур нечеткого вывода [5] можно сформировать множество задающих величин, таким образом точки пересечения всех функций принадлежности выразить в виде

$$\begin{cases} \Delta u_1 = \frac{\operatorname{arctg}(d_1 e_k) + \operatorname{arctg}(d_2 \Delta e_k)}{\pi(g_1 + g_2)}, \\ \Delta u_2 = \frac{\operatorname{arctg}(d_2 \Delta e_k) + \operatorname{arctg}(d_3 \Delta^2 e_k)}{\pi(g_2 + g_3)}, \\ \Delta u_3 = \frac{\operatorname{arctg}(d_3 \Delta^2 e_k) + \operatorname{arctg}(d_1 e_k)}{\pi(g_3 + g_1)}, \end{cases} \quad (4)$$

где $g_i = 1/(2b_i)$, $i = 1, 2, 3$.

В процессе испытаний и экспериментальной отработки автоматизированных систем управления технологическим оборудованием заправочных станций с многокритериальным нечетким управлением, построенных с использованием выражений (1-4), были получены результаты, показывающие перспективность применения данного подхода в производственной деятельности и низкое влияние на качество работы системы всплесков динамических

характеристик в пределах 50 % допустимого предельного уровня.

Дальнейшее развитие данного под-

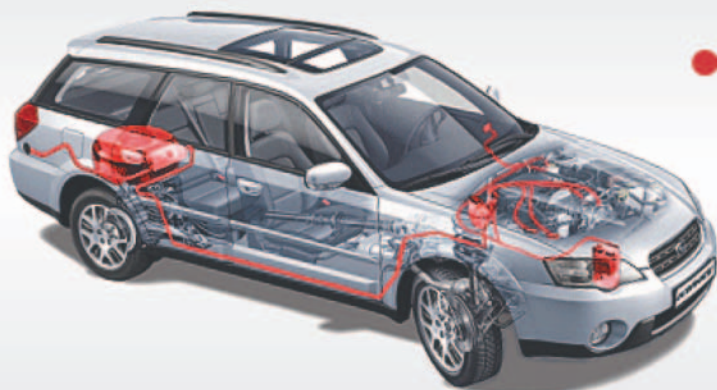
хода будет связано с дополнением системы функцией самостоятельной итеративной настройки параметров.

Литература

1. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.
2. Евстифеев А.А. Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПГ на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 1 (37). – С. 24-31.
3. Люгай С.В., Евстифеев А.А. Анализ систем автоматизации нефтегазового комплекса, применимых для автомобильных газонаполнительных станций // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 6 (30). – С. 22-24.
4. Хворов Г.А., Козлов С.И., Аكوпова Г.С., Евстифеев А.А. Сокращение потерь природного газа при транспортировке по магистральным газопроводам ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. – 2013. – №12 (699). – С. 66-69.
5. Тэрано Т., Асаи К., Сугэно М. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией. – М.: Мир, 1993. – 368 с.



ООО «Балсити» – ведущий производитель автомобильных баллонов для сжиженного углеводородного газа, занимающий лидирующую позицию на российском рынке. Компания является эксклюзивным поставщиком газовых баллонов на конвейер Горьковского автомобильного завода (ГАЗ).



ПРОДУКЦИЯ:

АВТОМОБИЛЬНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА:

Тороидальные и спаренные баллоны – от 42 до 95 л.
Цилиндрические баллоны – от 30 до 220 л.
Газгольдер: 480 л.



г.Москва, 119071, Ленинский проспект 29,
офис № 628 +7 (495) 955-41-95
balcity@balcity.ru www.balcity.ru

Систематизация анаэробных силовых энергоустановок

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

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

Ключевые слова:

анаэробные энергоустановки, транспорт, двигатели Стирлинга, пульсационная труба, термоакустика, ресурс, шумы.

Анаэробными энергоустановками принято называть системы, которые не используют атмосферный воздух [1]. В широком смысле под анаэробными энергоустановками следует понимать не только классические системы, работающие с запасом газообразного или жидкого кислорода (воздух), но и системы, работающие от альтернативных источников энергии, не требующих кислорода.

К анаэробным следует отнести транспортные и стационарные системы: энергоустановки с запасами воздуха и кислорода; электрохимические энергоустановки, топливные элементы, дизельные и парогенераторные установки замкнутого цикла; орбитальные и наземные энергоустановки с питанием от солнечной энергии, энергии холода космического пространства, холода вечной мерзлоты, ледников и атмосферы; системы бесперебойного питания стратегических комплексов, вычислительных и управляющих центров; автономное энергоснабжение систем логистики и

жизнеобеспечения в полевых условиях и чрезвычайных обстоятельствах; обеспечение стабильности газо- и нефтепроводов в зоне вечной мерзлоты; автономное энергообеспечение удаленных потребителей (метеостанции, экспедиции, фермы и пр.).

На рис. 1 показана систематизация анаэробных энергоустановок по областям применения, на рис. 2 – по типу подводимой энергии.

В транспортных анаэробных энергоустановках на флоте наибольшее распространение получили атомные энергоблоки, в космосе – солнечные батареи. При всех достоинствах этих энергоустановок они имеют целый ряд недостатков.

В настоящее время некоторые страны занимаются разработкой анаэробных энергоустановок для водного транспорта на базе дизельных и парогенераторных систем замкнутого цикла, электрохимических систем, топливных элементов и двигателей внешнего сгорания, работающих по циклу Стирлинга или близким к нему [2].



Рис. 1. Систематизация анаэробных энергоустановок по областям применения

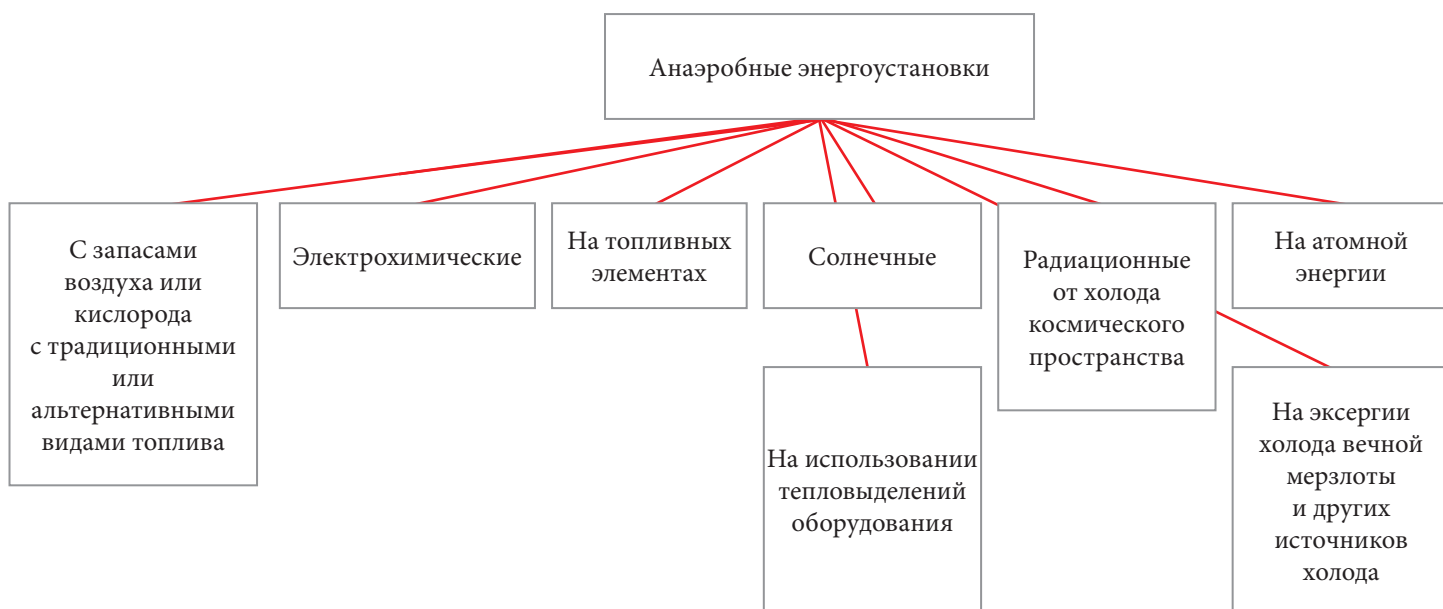


Рис. 2. Систематизация анаэробных энергоустановок по типу подводимой энергии

Двигатели внешнего сгорания имеют ряд преимуществ перед двигателями внутреннего сгорания. В наибольшей степени эти преимущества могут быть реализованы в судовых и орбитальных энергоустановках [3-5]. Основное преимущество двигателей внешнего сгорания – возможность использования в них как традиционных топлив (бензин, дизельное

топливо), так и альтернативных (природный газ, спирты, солнечная, ядерная энергии, эксергия холода и пр.) [5-7]. Другими преимуществами двигателей внешнего сгорания (за исключением паровых, которые не будут рассматриваться в данной статье по понятным причинам) являются значительно более низкие уровни шумов и вибраций [1, 2, 5].



Рис. 3. Систематизация анаэробных термомеханических энергоустановок по термодинамическим циклам

Единственным анаэробным двигателем внешнего сгорания, который использовался и используется в транспортных (судовых) энергоустановках (еще раз отметим, что паровой двигатель здесь не рассматривается), является двигатель Стирлинга, который относится к термомеханическим системам [8].

Создание транспортных двигателей Стирлинга требует решения целого ряда технических и технологических задач, которые в настоящее время частично решены только в некоторых странах, производящих и ставящих серийные судовые двигатели Стирлинга в анаэробные системы автономного энергоснабжения на водном транспорте.

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

Для реализации анаэробных термомеханических двигателей внешнего сгорания можно использовать не только

цикл Стирлинга, но и другие. На рис. 3 приведена систематизация анаэробных термомеханических энергоустановок по термодинамическим циклам.

Цикл Карно, несмотря на то, что он является идеальным и эталонным, в реальных двигателях не используется из-за ряда технических сложностей. С другой стороны, идеальные циклы Стирлинга и Эриксона при сравнительно более простой реализации имеют такой же КПД, как и у идеального цикла Карно [9]:

$$\eta_{\text{Карно}} = \eta_{\text{Стирлинга}} = \eta_{\text{Эриксона}} = 1.$$

Следует помнить, что в реальных машинах реализовать идеальные циклы не представляется возможным из-за ограничений, накладываемых теплообменом, гидравликой, механическими потерями и пр. В итоге в любом двигателе внешнего сгорания реализуется промежуточный цикл, который на T_s - и p, V -диаграммах напоминает овал, эллипс или огурец [10].

С точки зрения термодинамики существуют еще два вида систем, перспективных для создания двигателей внешнего сгорания: пульсационная труба и термоакустические системы [11-13].

Если проследить развитие схемотехники двигателей внешнего сгорания,

то следует отметить следующий ряд (рис. 4): интегральные двигатели Стирлинга, имеющие жесткий привод поршней, например, через коленчатый вал [8]; машины сплит-Стирлинг с газовым приводом одного из поршней – вытеснителя [8]; пульсационная труба только с одним поршнем [11, 12]; термоакустические системы, которые могут быть выполнены вообще без поршней и подвижных деталей [5, 6].

Если принять, что главная задача анаэробных термомеханических энергоустановок – вырабатывать электрическую энергию, то следует признать, что достижение таких параметров, как высокие ресурс, надежность и КПД, низкие шумы, вибрации и периодичность регламентных работ, а также минимизация механически подвижных деталей и узлов, имеет первостепенное значение.

Из анаэробных термомеханических энергоустановок (см. рис. 4) наиболее перспективны пульсационная труба и термоакустические системы. В пульсационной трубе единственный свободный поршень может быть объединен

с ротором линейного электрогенератора. В термоакустической системе энергия акустической волны может вырабатывать электричество или холод для целей электрообеспечения, кондиционирования или охлаждения оптоэлектронных приборов. Расчетные и экспериментальные исследования показывают, что машины на базе пульсационной трубы и термоакустики по КПД не уступают машинам Стирлинга, а по ряду других параметров превосходят их [14].

В отличие от двигателей Стирлинга в пульсационной трубе и термоакустической системе в «горячих» зонах отсутствуют поршни, нет трения, следовательно не требуется смазка (в том числе и сухая), также нет влияния вредных объемов и соответственно препятствий для развития внутренних теплообменных поверхностей, что позволяет значительно улучшить массогабаритные характеристики.

Отсутствие подвижных узлов в «горячей» зоне упрощает требования к материалам и технологиям при



Рис. 4. Систематизация анаэробных термомеханических энергоустановок по типу машин

создании анаэробных термомеханических энергоустановок.

В заключение следует отметить, что анаэробные термомеханические энергоустановки на базе пульсационной трубы и термоакустики заметно проще по

конструкции, имеют меньшие себестоимость, массу и габариты в сравнении с двигателем Стирлинга, проще в обслуживании, у них больше ресурс. Их создание может быть основано на технологиях, разработанных в России.

Литература

1. **Васильев В.А., Романов И.Д., Романова Е.А., Романов А.Д.** История развития подводных лодок с воздухонезависимыми энергоустановками в России и СССР // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2012. – № 4. – С. 192-201.
2. **Кириллов Н.Г.** Производство двигателя Стирлинга – новая отрасль в машиностроении XXI века // Турбины и дизели. – 2010. – № 2. – С. 2-5.
3. **Карагусов В.И.** Магнитокалорические двигатели внешнего сгорания на речных судах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2. – С. 38-41.
4. **Карагусов В.И.** Комбинированная магнитокалорическая силовая установка на речных судах // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 3. – С. 37-38.
5. **Карагусов В.И., Карагусов И.В.** Термоакустические охладители на солнечной энергии для орбитальных комплексов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4. – С. 47-50.
6. **Карагусов В.И.** Реконденсация паров СПГ на речном транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 1. – С. 11-12.
7. **Карагусов В.И., Мальцев П. С.** Бортовой термоакустический кондиционер на природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 4. – С. 45-47.
8. **Уокер Г.** Двигатели Стирлинга. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
9. **Карагусов В.И., Карагусова Н.В.** Установки и системы микрокриогенной техники / Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 88 с.
10. **Карагусов В.И.** Термодинамические циклы в редкоземельных рабочих телах магнитных систем охлаждения // Вестник Международной академии холода. – 1999. – № 3. – С. 20-23.
11. **Шахметов Е.Б., Липин М.В., Карагусов 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.
12. **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.
13. **Карагусов В.И., Юша В.Л., Карагусов И.В.** Термоакустический ожижитель природного газа для заправки речных судов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 2. – С. 66-68.
14. **Карагусов В.И., Тягюшкин Н.В., Карагусов И.В.** Математическое моделирование и расчетные исследования термоакустической системы охлаждения // Химическое и нефтегазовое охлаждения. – 2014. – № 2. – С. 2-6.

Определение параметров гибридной силовой установки на основании исследований ездового цикла троллейбуса

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

В результате экспериментального исследования энергетических характеристик троллейбуса при движении его на маршруте определены основные параметры гибридной установки автобуса, имеющего пассажироместимость, равную пассажироместимости испытываемого троллейбуса.

Ключевые слова:

гибридная силовая установка, энергоёмкость.

В настоящее время во всем мире идет бурное развитие транспортных средств (ТС), оборудованных так называемыми гибридными силовыми установками (ГСУ), которые в сравнении с традиционными силовыми агрегатами обеспечивают существенное (на 15...25 %) снижение затрат топлива на единицу транспортной работы. Согласно исследованиям, представленным в работе [1], число гибридных легковых машин, продаваемых в мире за год, достигло почти 5 млн. Однако гораздо меньшими темпами идет освоение автобусов, оборудованных ГСУ. Одна из причин этого отставания – недостаточная изученность энергетических параметров компонентов ГСУ на натурных образцах данного типа ТС.

Творческим коллективом ВоГУ была выполнена научно-исследовательская работа по заказу ОАО «Транс-Альфа», целью которой являлось определение энергетического баланса между дизель-генератором, накопителем энергии и

тяговым электродвигателем ГСУ применительно к пассажирскому ТС (автобус), сопоставимому по техническим характеристикам с троллейбусом, выпускаемым данной фирмой.

Таким образом, в качестве объекта испытаний был принят низкопольный троллейбус конструкции ОАО «Транс-Альфа», где в качестве силовой установки используется тяговый асинхронный двигатель (ТАД) номинальной мощностью 180 кВт с соответствующей системой управления. Масса троллейбуса: порожнего $m_1=10900$ кг, с полной загрузкой $m_2=17700$ кг.

Условия испытаний

- Городской маршрут № 4 (г. Вологда).
- Погодные условия: температура воздуха $t=5$ °С; условия видимости – нормальные.
- Качество дорожного покрытия – асфальтобетон в удовлетворительном состоянии.

- Характеристика продольного профиля дороги: профиль – спокойный, на маршруте имеются четыре подъема/спуска приблизительно 6 %.

- Степень загрузки троллейбуса (общее число мест в троллейбусе 105):

- испытание № 1 – коэффициент загрузки $K=0,3$;

- испытание № 2 – коэффициент загрузки $K=0,3$;

- испытание № 3 – коэффициент загрузки $K=0,6$.

Измерительная аппаратура

Измерение скорости движения троллейбуса, величины потребляемого тока тяговым электродвигателем, напряжения в питающей сети выполнялось с помощью штатной бортовой аппаратуры, дающей информацию о токе и напряжении в цифровом виде. Фиксация показаний приборов выполнялась с помощью видеосъемки.



Рис. 1. Измерительный комплекс троллейбуса

В течение испытания с заданным интервалом (10 с) фиксировалось приблизительно 300 кадров показаний приборов (один из кадров представлен на рис. 1). На диаграммах (рис. 2-4) по оси абсцисс отмечены номера кадров (точки фиксации показаний приборов).

Результаты измерений

Ниже представлены в графическом виде результаты измерений (реализации), полученные на основании дешифровки показаний приборов. В качестве примера приведены измеряемые параметры только для испытания № 3.

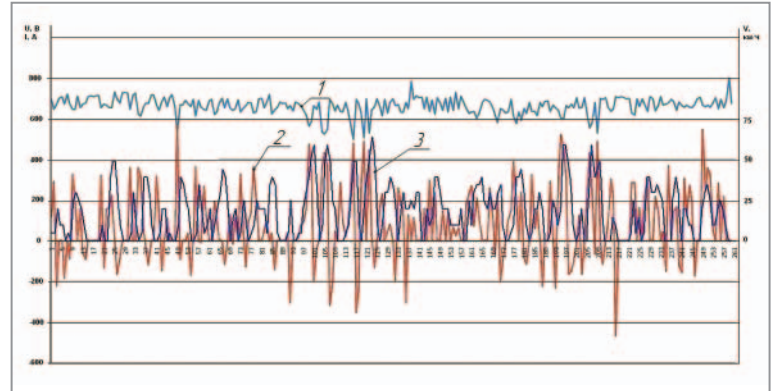


Рис. 2. Диаграммы (реализации) показаний приборов при испытании № 3:

1 – напряжение; 2 – сила тока; 3 – скорость

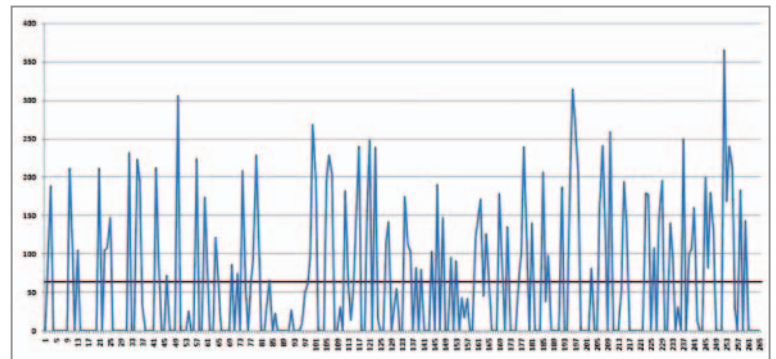


Рис. 3. Изменение потребляемой мощности (кВт) при испытании № 3

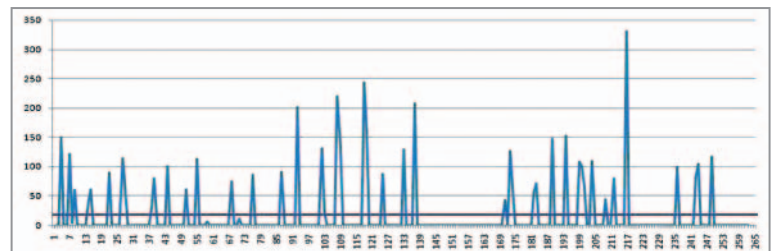


Рис. 4. Изменение мощности (кВт) рекуперации при испытании № 3

Методика обработки экспериментальных данных

Для обработки реализации (массив значений измеряемого параметра в функции времени) применялась разработанная автором программа ТАНО [2]. Она была использована при обработке функциональных зависимостей мгновенных значений: потребляемой мощности и мощности рекуперации в функции от времени; для вычисления суммарных значений потребляемой энергии и энергии рекуперации за период испытаний, а также для вычисления средних значений этих параметров за цикл.

Эта же программа использована и при локальном интегрировании реализаций (определение среднего значения потребляемой мощности при пиковых нагрузках) с целью оценки достаточности энергоемкости накопителя энергии.

Результаты испытаний

Результаты обработки экспериментальных данных (реализации) с использованием программы ТАНО по потребляемой электрической энергии и мощности, а также по рекуперированной энергии и мощности приведены в таблице.

Как видим, среднее значение мощности, рекуперированной в контактную сеть, колеблется в пределах 16...18 кВт.

Требования к генераторной установке

Среднее значение потребляемой мощности на маршруте практически

определяет требование к электрической мощности генераторной установки гибридного привода.

Испытания были выполнены с коэффициентами загрузки троллейбуса 0,3 и 0,6. Однако в соответствии со стандартной методикой тягового расчета ТС изменение среднего значения потребляемой мощности на одном и том же маршруте (при равной скорости движения) будет подчиняться линейной зависимости от его массы. Следовательно, по полученным экспериментальным данным допустимо провести экстраполяцию экспериментальных данных с целью получения среднего значения потребляемой мощности на маршруте при полной нагрузке троллейбуса ($K=1$).

В результате экстраполяции получено среднее значение потребляемой мощности 74 кВт (рис. 5). Следовательно, учитывая то, что минимально возможная величина средней мощности рекуперации равна примерно 9 кВт (см. ниже), допустимо ограничить электрическую мощность генераторной установки величиной $P_{Гу}=74-9=65$ кВт. Такое ограничение номинальной мощности генераторной установки обеспечивается не только наличием рекуперации энергии в накопитель, но также и тем, что по техническим условиям работы дизель-генераторной установки допускается ее кратковременная перегрузка до 15...20 %.

При анализе результатов испытаний необходимо учесть, что возможность рекуперации энергии от тягового двигателя в троллейбусе, работающего при торможении в режиме генератора, в контактную сеть технически решается

Результаты за период испытаний

Номер испытания	Суммарное значение потребляемой энергии W_i , кДж	Среднее значение потребляемой мощности $P_{потр i}$, кВт	Суммарное значение рекуперированной энергии W_{Pi} , кДж	Среднее значение рекуперированной мощности $P_{рекуп i}$, кВт	Коэффициент рекуперации $K_p = P_{рекуп i} / P_{потр i}$
1	140084,36	46,850	46819,96	15,66	0,33
2	96658,10	42,960	41614,40	18,50	0,43
3	165968,70	64,088	48878,80	18,87	0,29

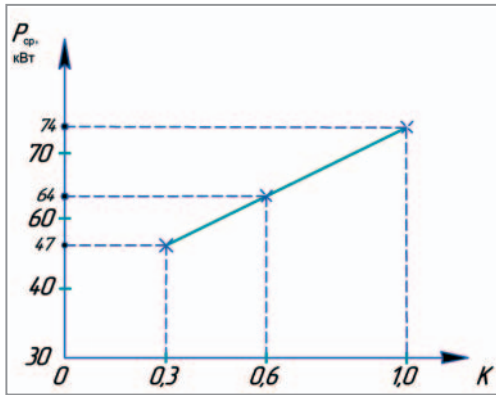


Рис. 5. Экстраполяция среднего значения потребляемой мощности на маршруте с учетом зависимости ее от коэффициента загрузки

существенно проще, чем передача избыточной электрической мощности от электродвигателя, работающего в режиме генератора, накопителю энергии (НЭ) в гибридном приводе, так как в последнем случае мы имеем дело с рядом технических условий: ограниченной емкостью НЭ; фиксируемым допустимым напряжением на клеммах НЭ; фиксируемым допустимым напряжением на выходе генераторной установки.

Рекуперация возможна при трех условиях: наличии свободной емкости НЭ; напряжении на клеммах НЭ ниже напряжения на двигателе, работающем в режиме генератора; управляемом согласовании работы двигателя с параметрами (напряжение) основной дизель-генераторной установки (точнее, на момент рекуперации дизель-генераторная установка должна быть выключена).

На наш взгляд, при отсутствии специальной автоматической системы согласования работы источников тока и тягового двигателя вероятность возникновения рекуперации в рассматриваемой системе не превысит 50 % в сравнении с условиями в электрической цепи троллейбуса. Таким образом, поскольку средняя мощность, рекуперлируемая в контактную сеть, составляет приблизительно 18 кВт, то можно рассчитывать,

что при использовании НЭ средняя мощность рекуперации окажется в пределах 9 кВт.

С учетом этого, а также других факторов, определяющих потребность в управляющих воздействиях, нами предложены системы автоматического управления элементами гибридного привода (подробно в [2, 3]), которые существенно увеличат эффективность рекуперации при использовании ограниченной емкости НЭ.

Определение энергоемкости накопителя энергии

Для начала проведем энергетический расчет применительно к конкретному техническому решению. Допустим, что с целью обеспечения работы тягового двигателя в сетях с напряжением 550 В накопитель энергии собран из 12 соединенных последовательно конденсаторных модулей 30ЭК204 Т, U.

Согласно техническим характеристикам конденсаторного модуля и условиям расчета имеем:

- емкость одного модуля $C=2650$ Ф;
- число модулей, соединенных последовательно, $n=12$;
- максимальное рабочее напряжение модуля $U_{\max}=48$ В;
- минимально допустимое напряжение модуля $U_{\min}=24$ В;
- энергоемкость W_1 заряженной батареи

$$W_1 = \frac{C/n(U_{\max}n)^2}{2000} = 36\,634 \text{ кДж};$$

- энергоемкость W_2 батареи с минимально допустимым напряжением

$$W_2 = \frac{C/n(U_{\min}n)^2}{2000} = 9\,159 \text{ кДж};$$

- энергоемкость, отдаваемая батареей,

$$W = W_1 - W_2 = 27\,475 \text{ кДж}.$$

Таким образом, при потребляемой мощности тягового двигателя 100 кВт

данная батарея обеспечит его работу без подключения генераторной установки в течение $T=W/100=275$ с, то есть приблизительно 4,5 мин.

Является ли такая емкость батареи достаточной для обеспечения условий работы гибридного привода? На этот вопрос получаем ответ по результатам обработки в программе ТАНО пиковых нагрузок потребляемой мощности. В качестве пиковых нагрузок принимаем величины потребляемой мощности, превышающие номинальное значение электрической мощности генераторной установки, то есть более 65 кВт.

Максимальные значения пиковых нагрузок обнаружены при проведении испытания № 3:

- экспериментальные точки 193–198 (см. рис. 2-4); после обработки экспериментальных данных по программе ТАНО получаем:

- среднее значение мощности в пике – 146,31 кВт;
- энергоемкость пика – 7315,26 кДж, что составляет 27 % энергоемкости конденсаторного накопителя;

- экспериментальные точки 250–255 (см. рис. 3); после обработки экспериментальных данных по программе ТАНО имеем:

- среднее значение электрической мощности в пике – 145,39 кВт;
- энергоемкость пика 7269,62 кДж, что также составляет около 27 % энергоемкости накопителя энергии.

Следовательно, энергоемкость принятого конденсаторного накопителя можно считать приемлемой.

Тяговый расчет транспортного средства с целью оптимизации параметров привода

В целях оптимизации параметров привода был выполнен тяговый расчет ТС на основе новой методики [4], учитывающей адаптивные свойства тягового

двигателя, а именно то, что частота его вращения изменяется обратно пропорционально крутящему моменту на валу. Это отличает предлагаемую методику от традиционной (согласно последней мощность энергоустановки принимается постоянной).

Суть модернизированного тягового расчета представлена ниже.

Суммарное сопротивление движению транспортного средства (сила тяги на ведущих колесах)

$$P_k = F_k + F_b + F_i, \quad (1)$$

где P_k – сила тяги на ведущих колесах, Н; F_k – сопротивление качению, Н; F_b – сопротивление воздуха, Н; F_i – сопротивление от уклона, Н.

Используем известные зависимости традиционного тягового расчета [5]

$$P_k = m g f + K F V_a^2 + m g \sin \alpha, \quad (2)$$

где m – масса автомобиля, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; f – коэффициент сопротивления качению; K – коэффициент обтекаемости; F – лобовая площадь автомобиля, м²; V_a – скорость движения автомобиля, м/с; α – угол продольного уклона участка дороги, град.

Крутящий момент на ведущих колесах АТС

$$M_k = P_k R_k,$$

где R_k – радиус качения колеса, м.

Следовательно

$$M_k = m g f R_k + K F V_a^2 R_k + m g \sin \alpha R_k. \quad (3)$$

Известно следующее:

$$M_k = M U \eta_{тр},$$

где M – крутящий момент двигателя, Н·м; U – передаточное отношение трансмиссии; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;

$$V_a = \omega_k R_k = \omega R_k / U,$$

где ω_k – угловая частота вращения ведущих колес, с⁻¹; ω – угловая частота вращения двигателя, с⁻¹.

Перепишем уравнение (3) с учетом указанных выше зависимостей:

$$M U \eta_{тр} = m g f R_k + K F (\omega R_k / U)^2 R_k + m g \sin \alpha R_k. \quad (4)$$

Решаем уравнение (4) относительно α

$$\sin \alpha = \frac{M U \eta_{тр}}{m g R_k} - f - \frac{K F (\omega R_k / U)^2}{m g}, \quad (5)$$

где $\alpha = \arcsin \alpha$.

Ту же величину уклона можно выразить в процентах – она будет равна $\operatorname{tg}\alpha \cdot 100\%$.

Если по результатам расчета величина α принимает отрицательное значение, то это означает, что движение АТС возможно только под уклон.

Выражение (5) примечательно тем, что искомая функция является зависимостью двух переменных $\alpha = f(M, \omega)$. Следовательно, согласно требованиям математического анализа мы должны располагать вторым уравнением, которое устанавливало бы функциональную зависимость между аргументами M и ω . Такая зависимость существует. Она определяется физическим понятием: механическая характеристика привода (рис. 6).

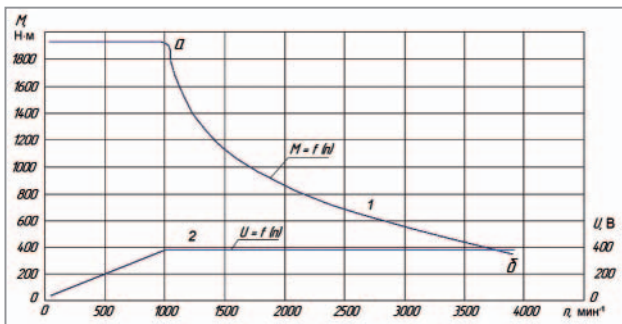


Рис. 6. Тяговая характеристика и закон изменения напряжения электродвигателя ТАД 280L4 (по проектной документации ОАО «ПЭМ»):

1 – функциональная зависимость изменения крутящего момента от частоты вращения $M=f(n)$; 2 – закон изменения напряжения $U=f(n)$; a–b – диапазон работы электродвигателя в режиме постоянной мощности

Полученная в результате расчета величина α уклона поверхности по существу определяет запас (или дефицит при отрицательных значениях) тяговой силы на ведущих колесах при заданных параметрах M и ω двигателя. Следовательно, если движение осуществляется по горизонтальной поверхности, то установленный в результате расчета

запас тяговой силы обеспечит ускоренное движение ТС. При этом величину ускорения j_a автомобиля, движущегося по горизонтальной поверхности, определяем из соотношения

$$m g \sin \alpha = \delta m j_a, \quad (6)$$

$$j_a = g \sin \alpha / \delta,$$

где δ – коэффициент, учитывающий влияние сил инерции вращающихся деталей АТС.

Коэффициент δ может быть определен согласно [5] по формуле

$$\delta = 1,04 + 0,04 u_k^2, \quad (7)$$

где u_k – передаточное отношение коробки перемены передач (КПП).

Следовательно, если КПП в трансмиссии отсутствует (что имеет место в рассматриваемом случае), то $\delta=1,08$.

Расчет в соответствии с изложенной методикой выполнялся на ПЭВМ с использованием программы TRANS_3, разработанной автором. Параметры ТС были приняты в соответствии с прототипом (низкопольный троллейбус ОАО «Транс-Альфа»):

- полная масса ТС – 17 700 кг;
- механический КПД трансмиссии – 0,9;
- передаточное отношение трансмиссии – 9,817;
- диаметр ведущего колеса – 1,07 м;
- коэффициент сопротивления качению – 0,018;
- лобовая площадь АТС – 6,592 м²;
- коэффициент обтекаемости – 0,6 Н·с²/м⁴;
- коэффициент влияния инерции вращающихся деталей привода – 1,08.

Расчет проводился с учетом применяемого на прототипе тягового асинхронного электродвигателя ТАД 280L4, выпускаемого ОАО «Псковские электрические моторы», где режим постоянной мощности обеспечивается с помощью электронного преобразователя частоты (инвертор) (см. рис. 6). Результаты тягового расчета представлены графически на рис. 7.

По результатам расчета видно, что

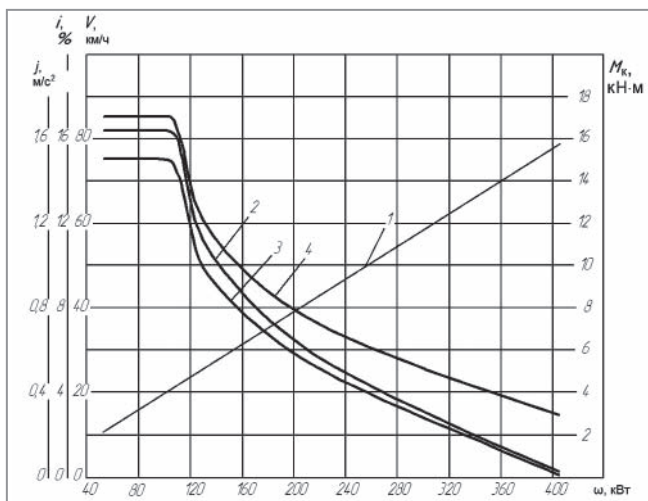


Рис. 7. Динамические характеристики ТС при $U=9,817$ в зависимости от частоты вращения тягового двигателя:
 1 – $V_a = f(\omega)$, км/ч; 2 – $i = f(\omega)$, %;
 3 – $j = f(\omega)$, м/с²; 4 – $M_k = f(\omega)$, кН·м

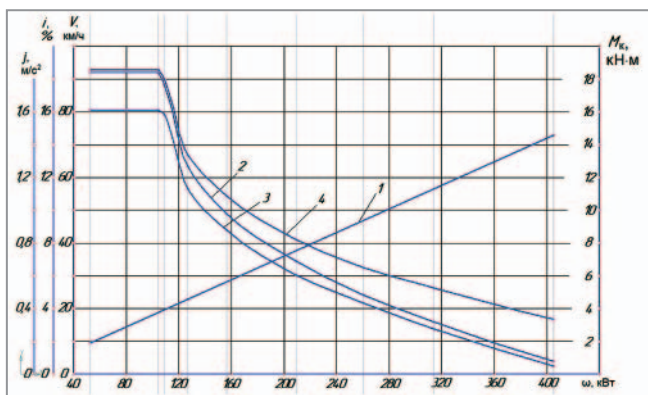


Рис. 8. Динамические характеристики ТС при $U=10,673$ в зависимости от частоты вращения тягового двигателя:
 1 – $V_a = f(\omega)$, км/ч; 2 – $i = f(\omega)$, %;
 3 – $j = f(\omega)$, м/с²; 4 – $M_k = f(\omega)$, кН·м

электродвигатель ТАД 280L4 с данной механической характеристикой (см. рис. 6) обладает значительным запасом по скоростному режиму (максимальная скорость движения ТС на горизонтальном участке около 80 км/ч) и определенным дефицитом по крутящему моменту на колесах (максимальный преодолеваемый уклон 16 %). На основании чего возникает потребность увеличения

передаточного отношения трансмиссии.

На рис. 8 приведены результаты тягового расчета того же транспортного средства с передаточным отношением трансмиссии 10,673. Как видим, благодаря увеличению передаточного отношения трансмиссии соответственно снизилась максимальная скорость движения до 73 км/ч и повысилась максимальная величина преодолеваемого уклона до 18,5 %.

Основные параметры гибридного транспортного средства

На основании проведенных экспериментальных и теоретических исследований приходим к заключению о выборе первоначальных технических параметров (с возможностью их дальнейшей оптимизации) гибридного ТС на базе низкопольного троллейбуса конструкции ОАО «Транс-Альфа».

1. Из результатов тягового расчета ТС с использованием асинхронного двигателя ТАД с номинальной мощностью 180 кВт следует, что указанный двигатель обладает значительным запасом по мощности. Поэтому имеется возможность снизить общую энергонасыщенность привода за счет выбора менее мощного двигателя или увеличить грузоподъемность (пассажиروместимость) ТС.

2. На основании интегрирования фактической потребляемой мощности за период испытаний (определялся общий расход энергии за цикл испытаний) и вычисления ее среднего значения с учетом возможной рекуперации определена номинальная электрическая мощность дизель-генераторной установки – 65 кВт.

3. По итогам проведенных экспериментальных и теоретических исследований процесса рекуперации в электрической цепи троллейбуса и определения номинальной мощности генераторной установки есть основания полагать, что без согласования работы источников

и потребителей энергии вероятность возникновения рекуперации в гибридном приводе не превысит 50 % в сравнении с условиями этого процесса в электрической цепи троллейбуса. Иными словами, вероятный коэффициент рекуперации составит не более 15 %. Для повышения эффективности (при-

мерно в два раза) рекуперации энергии в гибридном приводе необходимо использовать специальные системы автоматического регулирования [3].

4. Энергоемкость накопителя энергии для проектируемого ТС с учетом вероятных пиковых нагрузок должна составлять не менее 20 000 кДж.

Литература

1. **Раков В.А.** Развитие парка гибридных автомобилей // Мир транспорта. – 2013. – № 1. – С. 52-59.
2. **Александров И.К.** Энергетический анализ механизмов и машин. Теоретическое и экспериментальное обоснование принципов исследования и определения энергетических потерь в механизмах и машинах: монография / И.К. Александров. – 2-е изд., испр. и доп. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 244 с.
3. Патент 2338081 С1 РФ, МПК F 02 D 17/04, F 02 D 41/30. Способ стабилизации минимального удельного расхода топлива двигателем внутреннего сгорания транспортного средства с электромеханической трансмиссией и устройство для его осуществления / И.К. Александров, Е.В. Несговоров. – Оpubл. в Б.И., № 31, 2008.
4. **Александров И.К.** Тяговый расчет транспортных средств с адаптивным приводным двигателем / И.К. Александров, Е.В. Несговоров // Вестник машиностроения. – 2010. – № 2. – С. 18-21.
5. Краткий автомобильный справочник НИИАТ. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.

Совещание заводов-изготовителей спецтехники

26 августа в компании «РариТЭК» (г. Набережные Челны) прошло совещание ведущих заводов-изготовителей спецтехники России по широкому кругу вопросов, связанных с расширением использования газобаллонных шасси КАМАЗ при производстве спецтехники за счет участия в программе Минпромторга РФ по госubsидированию ГБА в 2014 г.

Изначально представители заводов спецтехники и ОАО «КАМАЗ» ознакомились с газовым сервисным центром «РМЗ РариТЭК», учебным центром и мобильным каркасно-тентовым автоцентром.

На открытой площадке и.о. заместителя генерального директора ОАО «ТФК «КАМАЗ» – директор по спецтехнике Сергей Кравцов представил новинку – дизельный самосвал КАМАЗ-6520. Он также сообщил, что заводы-изготовители спецтехники имеют возможность до 31.12.2016 г. использовать шасси КАМАЗ без применения системы нейтрализации отработавших газов (AdBlue) в составе изготавливаемой спецтехники.

В конференц-зале представители КАМАЗа и РариТЭКа сделали доклады, касающиеся производства, сервиса и эксплуатации газобаллонных автомобилей КАМАЗ. Большая часть совещания была посвящена взаимодействию всех сторон: ОАО «КАМАЗ», ООО «РариТЭК» и заводов-изготовителей по реализации программы Минпромторга РФ.

В совещании приняли участие 15 представителей заводов-изготовителей спецтехники, а также руководители и сотрудники ОАО «КАМАЗ», ОАО «ТФК «КАМАЗ» и ОАО «КАМАЗТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ».

По итогам переговоров был составлен протокол, учитывающий пожелания всех сторон.



Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле

В.А. Лиханов, профессор ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», д.т.н.,

А.С. Полевщиков, доцент ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет», к.т.н.

Статья содержит результаты исследований, проведенных на двигателе Д-120 (2Ч10,5/12,0) при его работе на этаноле с использованием двойной системы топливоподачи. Рассматривается влияние различных углов опережения впрыскивания топлив (дизельного топлива и этанола) на суммарный их расход. Изучается теоретическая возможность расширения топливной базы имеющихся современных дизелей путем применения этанола.

Ключевые слова:

дизель, этанол, двойная система топливоподачи, экономичность дизеля.

В статье представлены некоторые результаты исследований, проведенных на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов (ТДАиТ) Вятской ГСХА, целью которых является улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 (Д-120) при работе на этаноле с двойной системой топливоподачи (ДСТ). Как было отмечено в предыдущих работах [1, 2], в результате применения этанола были достигнуты определенные улучшения экологических и эффективных показателей.

В соответствии с целью, задачами и методикой исследований были проведены стендовые испытания [3]. Величина запальной порции дизельного топлива

(ДТ) при работе на этаноле с ДСТ определялась путем уменьшения подачи ДТ до начала появления пропусков воспламенения, после чего она несколько увеличивалась до достижения устойчивой работы дизеля. В дальнейшем цикловая подача запального топлива фиксировалась и оставалась постоянной, а изменение режима работы двигателя велось только путем изменения подачи этанола.

На рис. 1 представлены графики изменения удельного эффективного расхода топлива дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных углах опережения впрыскивания топлива (УОВТ) на номинальном режиме работы, то есть при частоте вращения коленчатого вала $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ и $p_c=0,588 \text{ МПа}$. При данной частоте удельный эффективный

расход ДТ составляет $g_{eДТ}=40$ г/(кВт·ч) или $q_{цДТ}=6,9$ мг/цикл. В суммарный удельный эффективный расход топлива $g_{e\Sigma}$ входят удельный эффективный расход ДТ и удельный эффективный расход этанола.

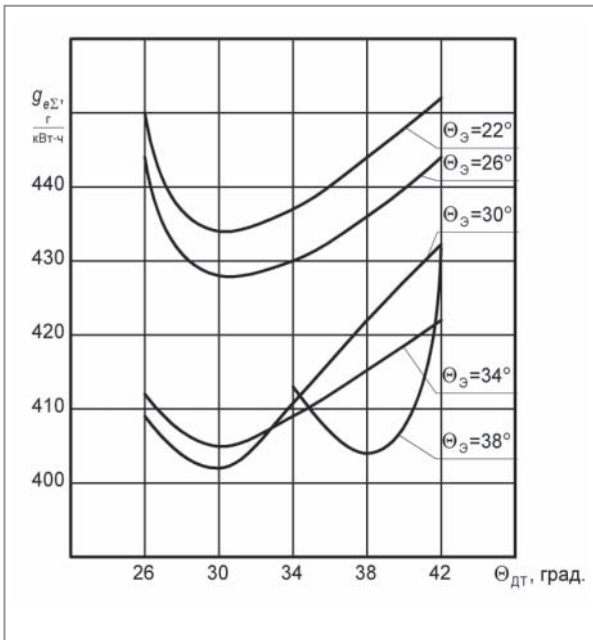


Рис. 1. Изменение суммарного удельного эффективного расхода топлива при различных установочных УОВТ ДТ и этанола при $n=1800$ мин⁻¹

Анализируя изменения показателей экономичности в зависимости от изменения установочных углов впрыскивания топлива при работе дизеля на этаноле с ДСТ, можно сделать следующие выводы. Оптимальными по суммарному удельному эффективному расходу топлива являются следующие значения установочных УОВТ: $\Theta_{ДТ}=30^\circ$ и $\Theta_{\vartheta}=30^\circ$. При этих углах $g_{e\Sigma}=402$ г/(кВт·ч). При изменении угла впрыскивания Θ_{ϑ} в ту или иную сторону показатели экономичности ухудшаются. Например, при сравнении значения $g_{e\Sigma}$ при различных углах опережения впрыскивания Θ_{ϑ} получается, что при углах впрыскивания этанола $\Theta_{\vartheta}=38^\circ$ и ДТ $\Theta_{ДТ} = 38^\circ$ минимальное значение $g_{e\Sigma}$ составляет

405 г/(кВт·ч). Увеличение $g_{e\Sigma}$ по сравнению с полученным при оптимальных значениях углов ($\Theta_{ДТ}=30^\circ$ и $\Theta_{\vartheta}=30^\circ$) составляет 3 г/(кВт·ч). При установочном угле впрыскивания этанола $\Theta_{\vartheta}=34^\circ$ и угле впрыскивания ДТ $\Theta_{ДТ}=30^\circ$ минимальное значение $g_{e\Sigma}$ составляет 405 г/(кВт·ч). Увеличение $g_{e\Sigma}$ относительно полученного при оптимальных углах составляет 3 г/(кВт·ч). Аналогичные зависимости наблюдаются и для других сочетаний углов опережения впрыскивания топлив.

На рис. 2 представлены изменения экономических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при различных установочных УОВТ ДТ и этанола при $n=1400$ мин⁻¹ и $p_e=0,594$ МПа. При данной частоте вращения коленчатого вала удельный эффективный расход ДТ составляет $g_{eДТ}=34$ г/(кВт·ч) или $q_{цДТ}=6,0$ мг/цикл.

Рассматривая экономичность дизеля при работе на этаноле с ДСТ при УОВТ $\Theta_{\vartheta}=34^\circ$, можно отметить следующее. Минимальное значение

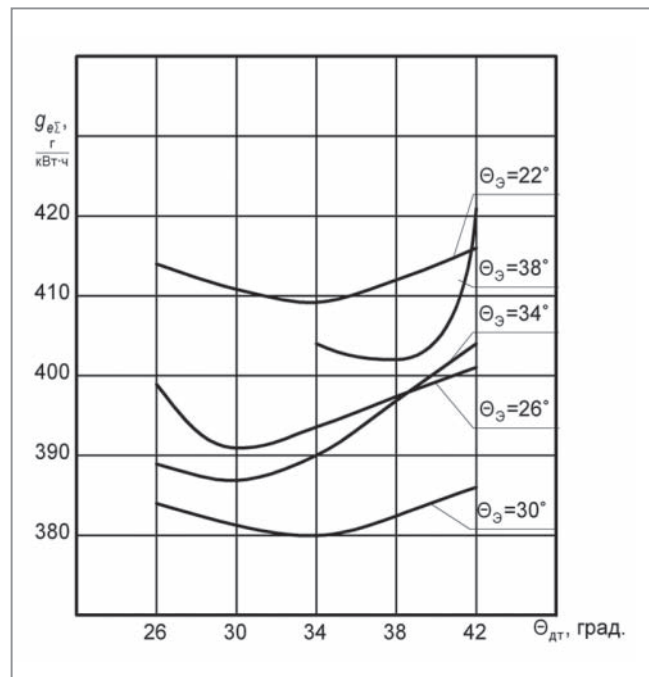


Рис. 2. Изменение суммарного удельного эффективного расхода топлива при различных установочных УОВТ ДТ и этанола при $n=1400$ мин⁻¹

суммарного удельного эффективно-го расхода топлива при подаче этанола с установочным УОВТ $\Theta_{\ominus}=34^{\circ}$ наблюдается при впрыскивании ДТ с установочным УОВТ $\Theta_{\text{ДТ}}=30^{\circ}$ и составляет $g_{e\Sigma}=387$ г/(кВт·ч). При изменении угла впрыскивания ДТ $\Theta_{\text{ДТ}}$ в ту или иную сторону показатели экономичности ухудшаются. Так, при установочных УОВТ $\Theta_{\text{ДТ}}=34^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus}=34^{\circ}$ значение $g_{e\Sigma}$ составляет 390 г/(кВт·ч). При дальнейшем увеличении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{\text{ДТ}}=38^{\circ}$ и $\Theta_{\text{ДТ}}=42^{\circ}$ значение $g_{e\Sigma}$ составит 397 и 404 г/(кВт·ч) соответственно, то есть увеличение $g_{e\Sigma}$ от минимального показателя при данной частоте составляет 10 и 17 г/(кВт·ч), или 2,6 и 4,4 % соответственно. При уменьшении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{\text{ДТ}}=26^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus}=34^{\circ}$ значение $g_{e\Sigma}$ составляет 389 г/(кВт·ч).

При изменении угла впрыскивания ДТ до $\Theta_{\text{ДТ}}=30^{\circ}$ и при $\Theta_{\ominus}=30^{\circ}$ значение $g_{e\Sigma}$ возрастает до 381 г/(кВт·ч), то есть увеличение $g_{e\Sigma}$ от минимального показателя при данной частоте составляет 1 г/(кВт·ч). При дальнейшем уменьшении угла впрыскивания ДТ до значений $\Theta_{\text{ДТ}}=26^{\circ}$ и при $\Theta_{\ominus}=30^{\circ}$ значение $g_{e\Sigma}$ увеличивается до 384 г/(кВт·ч).

Анализируя результаты исследований, проведенных при $n = 1800$ мин⁻¹

и $n = 1400$ мин⁻¹, можно отметить, что наименьший суммарный удельный эффективный расход топлива достигается при этих частотах с углом впрыскивания этанола $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$. При $n = 1800$ мин⁻¹ минимальный расход топлива достигается при сочетании углов $\Theta_{\text{ДТ}} = 30^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$, а при $n = 1400$ мин⁻¹ – при сочетании углов $\Theta_{\text{ДТ}} = 34^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$.

С учетом того, что заводом-изготовителем для дизеля 2Ч10,5/12,0 оптимальный установочный УОВТ устанавливается по минимальному удельному эффективному расходу топлива при частоте $n = 1800$ мин⁻¹, можно рекомендовать для данного дизеля при работе на этаноле с ДСТ сочетание углов впрыскивания ДТ и этанола $\Theta_{\text{ДТ}} = 30^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$.

Но, как указано выше, при частоте $n = 1400$ мин⁻¹ и сочетаниях углов $\Theta_{\text{ДТ}} = 34^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$, а также $\Theta_{\text{ДТ}} = 30^{\circ}$ и $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$ разница в удельном эффективном расходе топлива $g_{e\Sigma}$ составляет 1 г/(кВт·ч), поэтому для данной частоты можно рекомендовать сочетание углов впрыскивания ДТ $\Theta_{\text{ДТ}} = 30^{\circ}$ и этанола $\Theta_{\ominus} = 30^{\circ}$, чтобы не прибегать к дополнительным регулировкам.

Литература

1. Лиханов В.А., Девятьяров Р.Р., Полевщиков А.С., Долгих М.А., Верстаков С.А. Показатели процессов сгорания и тепловыделения в дизеле при работе на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2. – С. 15-16.
2. Лиханов В.А., Полевщиков А.С. Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле с двойной системой топливоподачи: Монография. – Киров: Вятская ГСХА, 2011. – 146 с.
3. Полевщиков А.С. Методика исследований дизелей при работе на этаноле с использованием двойной системы топливоподачи // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – С.-Петербург – Киров: Российская Академия транспорта – Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 6. – С. 150-153.

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ СКИДКА 25%*

VIP-код AS2325NGAAD

*условия и ограничения



2-й ежегодный международный форум

АВТОТРАНСПОРТ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ В РОССИИ

27 ноября 2014,
Марriott Гранд Отель, Москва

ОРГАНИЗАТОР:



ОТ СТРАТЕГИИ К ПРАКТИКЕ



СРЕДИ ДОКЛАДЧИКОВ



Петр Золотарев
Исполнительный Директор по
развитию проекта CNG
Русские Машины



Евгений Пронин
Директор по газомоторной
технике и диверсификации
КАМАЗ



Евгений Михайлов
Генеральный директор
Мосгортранс



Наталья Партасова
Вице-президент
Компания корпоративного
управления "Концерн
Тракторные заводы"



Михаил Колосов
Заместитель директора - начальник
упр. газомоторного топлива
Департамента трейдинга газа и
продуктов переработки газа
Роснефть

СПОНСОРЫ:



Swagelok



При поддержке:



Поддерживающая
организация:



Информационный партнер:



Пятнадцать лет успеха на рынке КПП



Уже пятнадцать лет Научно-производственная компания «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» осуществляет комплекс работ по реконструкции, а в последние годы и строительству автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Основанная в 1999 году группой инженеров, уже имевших большой опыт реализации проектов АСУТП в газовой отрасли, компания быстро вышла в безусловные лидеры автоматизации АГНКС. Заказчиками компании являются практически все дочерние структуры Газпрома, имеющие на своем балансе АГНКС.

За годы работы компанией освоены практически все типы АГНКС в России, осуществлена реконструкция более 70 станций из 250 существующих. По количеству внедренных систем автоматизированного управления (САУ) АГНКС компания «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» значительно опережает ближайших конкурентов. Накопленный опыт позволяет проводить капитальный ремонт автоматики без остановки станции и в кратчайшее время. К примеру, на замену САУ АГНКС ГДР-500 уходит всего три недели.

При реновации автоматики на существующих АГНКС компания столкнулась с необходимостью глубокого освоения и понимания всех технологических процессов производства и отпуска компримированного природного газа (КПП). Это способствовало тому, что НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» перешла к осуществлению капремонта всей АГНКС, включая ее электрическую и технологическую части.

Следующим шагом компании стали проектирование и комплексные поставки всего технологического оборудования АГНКС. Силами научных сотрудников был разработан типовой ряд АГНКС на 100, 200 и 500 заправок в сутки на два диапазона входного давления газа: 0,2...0,4 и 0,8...1,2 МПа. Наряду с типовыми решениями, силами компании реализуются проекты строительства АГНКС по индивидуальным требованиям заказчиков. Сотрудники на всех этапах работы над проектом тесно сотрудничают с заказчиками, начиная с решения вопроса по выбору участка строительства АГНКС. Это является залогом успешной реализации всего комплекса задач заказчика по строительству или реконструкции объектов инфраструктуры рынка КПП.

После всестороннего анализа ядром АГНКС были выбраны компрессорные модули производства компании Fognovo Gas s.r.l. (Италия). При необходимости могут применяться также компрессорные модули производства Safe s.r.l. (Италия), Graf (Италия), Delta Compression (Aspro) (Аргентина) и других производителей, зарекомендовавших себя на российском рынке.

АГНКС, построенные и введенные в действие силами НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», успешно показали себя как надежные и эффективные объекты производства и отпуска КПП. Все заправочные станции соответствуют требованиям нормативов и регламентов, действующих на территории России.



АГНКС ООО «Газпром трансгаз Махачкала», реконструкция в 2012 г.



МАЗС в Астрахани. Здесь можно заправиться как традиционными видами топлива (бензин, дизельное топливо), так и метаном. Весь комплекс работ по строительству этого инновационного проекта осуществила НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», 2013 г.

Все монтажные и пусконаладочные работы, а также гарантийное и постгарантийное обслуживание выполняются квалифицированным персоналом НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА», прошедшим специализированное обучение у производителей основного технологического оборудования.

Выполнение полного комплекса услуг (от проектирования до внедрения и технического обслуживания) помогает компании минимизировать время реализации проекта и адаптировать различные типы оборудования под индивидуальные пожелания заказчика.

НПК «ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА» – это высокая компетенция, богатый опыт работы, умение выполнять нестандартные задачи и организовывать решение всех возникающих проблем заказчика. Это ваш надежный и выгодный партнер.

АГНКС
ПОД КЛЮЧ



ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА

научно-производственная компания

15
лет

УСПЕШНОЙ
РАБОТЫ
НА РЫНКЕ
ГАЗОМОТОРНОГО
ТОПЛИВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО

РЕКОНСТРУКЦИЯ
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

+7(812)648-24-60
www.lenprom.spb.ru



На фото АГНКС ООО «Газпром трансгаз Махачкала». Работы по реконструкции станции выполнила ООО «НПК «Ленпромавтоматика», 2012 г.

Оренбургский проект по сжижению гелия – трамплин для гелиевых перспектив «Газпрома»

В июле состоялось торжественное открытие производства сжижения гелия (установка ОГ-500) на Оренбургском гелиевом заводе. Проект реализовала компания «Газпром газэнергосеть», для которой он стал площадкой для отработки новых технологий. В ближайшей перспективе, как отмечалось на церемонии пуска установки, эти технологии будут применяться при реализации более масштабных проектов в Восточной Сибири.



Гости и участники церемонии знакомятся с новым оборудованием

В торжественной церемонии открытия установки ОГ-500 приняли участие заместитель председателя правления ОАО «Газпром» Виталий Маркелов, руководитель департамента по добыче газа, газового конденсата, нефти Всеволод Черепанов, заместитель руководителя департамента маркетинга, переработки газа и жидких углеводородов Игорь Афанасьев, генеральный директор ООО «Газпром добыча Оренбург» Сергей Иванов, генеральный директор ОАО «Газпром газэнергосеть» Андрей Дмитриев, представители дочерних обществ ОАО «Газпром» и подрядных организаций. Запуск нового производства –

это не только экономически привлекательный проект, но и очень важный с социальной точки зрения для Оренбургской области. Поэтому на мероприятии также присутствовали представители региональной власти и общественности.

Гости и участники церемонии в рамках технологической экскурсии ознакомились с новым оборудованием, послушали подробный рассказ специалистов о технологиях, используемых при сжижении и транспортировке гелия.

В своем выступлении Виталий Маркелов подчеркнул:

– С запуском установки Газпром завершил формирование единой цепочки

производства жидкого гелия – от добычи до поставки потребителям, что позволяет максимально оптимизировать затраты на создание этого вида продукции. Как результат, компания получает высоколиквидный товар, востребованный на российском и зарубежном рынках.

Технологии, которые отработываются на Оренбургском гелиевом заводе, будут применяться на месторождениях Восточной Сибири, где содержание гелия в газе значительно выше.

– Сжижение гелия на оренбургском заводе – первый шаг на пути полномасштабного освоения гелиевых богатств восточных регионов России, – высказал свою точку зрения в интервью журналистам генеральный директор ОАО «Газпром газэнергосеть» Андрей Дмитриев. – Оренбургский проект рассматривается нами как трамплин для получения проектных и технологических навыков, организационных решений и подготовки специалистов.

Для компании «Газпром газэнергосеть» строительство установки сжижения гелия – это один из самых успешных и масштабных проектов компании в статусе специализированного оператора по реализации гелия на внутреннем рынке. Новое производство отличается высокой технологичностью и соответствует самым современным мировым стандартам.

Мощность инновационной криогенной технологической линии по производству и отгрузке жидкого гелия ОГ-500 составляет 500 л гелия в сутки, или 4,2 млн л в год. Благодаря новейшему оборудованию на установке происходит максимальная очистка газа от различных примесей. В результате получается высококачественный продукт с содержанием гелия не менее 99,9999 %. Конструкция системы обеспечивает сверхкороткое время охлаждения гелия, а также низкое энергопотребление и минимальный расход жидкого азота. Это позволяет избежать потерь гелия при сжижении.



Технологический блок по отгрузке жидкого гелия

Экономическая целесообразность проекта связана с транспортировкой гелия. Если для перевозки 1 кг этого продукта в газообразном состоянии нужен баллон весом в 65 кг, то при сжижении объем гелия уменьшается в 700 раз.

Для транспортировки гелия будет использоваться специальная автомобильная цистерна-контейнер, разработанная в России по заказу Газпрома. Ее уникальная конструкция позволяет длительное время поддерживать температуру -269°C , при которой гелий сохраняет свое жидкое состояние. С помощью этой цистерны гелий будет доставлен основным потребителям: медицинским учреждениям, предприятиям ВПК и ядерной энергетики, научным центрам и институтам, промышленным предприятиям.



Автомобильная цистерна-контейнер для транспортировки жидкого гелия

Новая АГНКС в Астрахани

70

Группа компаний ОАО «Газпром газэнергосеть» продолжает успешно развивать свою топливно-заправочную сеть. Накануне Дня работников нефтяной и газовой промышленности 5 сентября компанией в торжественной обстановке введена в эксплуатацию автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) в Трусовском районе Астрахани. Строительство осуществлялось в рамках программы ОАО «Газпром» по развитию рынка газомоторного топлива в России.



Символическую ленточку перерезают (слева направо) Николай Потапов, Михаил Резепкин, Константин Маркелов, Ирина Егорова, Андрей Дмитриев

Астрахань, как крупный экономический центр Юга России, является перспективным городом для развития рынка газомоторного топлива. До недавнего времени здесь была только одна АГНКС, что не отвечало потенциальным потребностям астраханского автопарка, заинтересованного в переходе на природный газ. Поэтому Группа компаний «Газпром», занимающая ведущие позиции в топливно-энергетическом комплексе Южного федерального округа РФ, с этого года запустила в Астраханском регионе пилотный проект по строительству АГНКС. Открытие первой станции под логотипом компании, реализующей компримированный природный газ (КПГ), было приурочено к визиту в Астрахань председателя правления ОАО «Газпром» Алексея Миллера.

В церемонии торжественного открытия АГНКС приняли участие вице-губернатор Астраханской области Константин Маркелов, и.о. мэра Астрахани Ирина Егорова, генеральный директор ОАО «Газпром газэнергосеть» Андрей Дмитриев, заместитель генерального директора ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Резепкин, генеральный директор ООО «Газэнергосеть Поволжье» Николай Потапов, а также руководители подразделений и специалисты компаний. Участники и гости мероприятия высоко оценили работу строителей, технические и технологические характеристики новой АГНКС.

Строительство АГНКС было осуществлено в рамках инвестиционного проекта ООО «Газэнергосеть Поволжье» (дочерняя компания ОАО «Газпром

газэнергосеть»). Проектная мощность станции 300 м³/ч или до 1 млн м³/год. Природный газ на компрессорную установку поступает из газопровода среднего давления. Сжатие газа происходит в компрессорах непосредственно на АГНКС. Станция оборудована двумя двухпистолетными колонками и рассчитана на 150 заправок в сутки. Потенциальные потребители КПП – владельцы оборудованного под использование компримированного газа пассажирского и грузового коммерческого транспорта, а также спецтранспорта Группы компаний «Газпром».

Для промышленной зоны, где расположена новая АГНКС, заправка КПП имеет большое значение. Она позволяет владельцам коммерческого транспорта существенно экономить, заправляясь относительно недорогим топливом, и при этом снижать выбросы вредных веществ в окружающую среду, что немаловажно для Астраханского региона, обладающего уникальной экосистемой.



Первая заправка спецтранспорта на новой АГНКС

В планах Группы компаний «Газпром газэнергосеть» – дальнейшее развитие астраханского рынка газомоторного топлива и расширение использования природного газа на транспорте. В настоящее время компанией проектируется строительство в Астрахани многотопливного заправочного комплекса, оснащенного модулем КПП.



Экипаж Сергея Куприянова на АГНКС компании «Газпром газэнергосеть» (чемпионат России по ралли-рейдам «Золото Кагана», г. Астрахань, 2014 г.)

GasSuf открывает новую страницу

72

С 14 по 16 октября 2014 г. в Москве в павильоне 75 ВДНХ состоится 12-я Международная выставка «Газ на транспорте» GasSuf. Организатор – MVK в составе Группы компаний ITE, лидер на рынке выставочных услуг России. Накануне этого мероприятия директор выставки Раиса Газарян ответила на вопросы в интервью журналу.

В этом году выставка GasSuf проходит в 12-й раз. Как она развивалась в течение этих лет?

Действительно, два года назад выставка шагнула во второе десятилетие. Все это время она находилась в развитии, совершенствовалась и менялась.

В настоящее время потребность в подобном мероприятии очевидна. Все более актуальными становятся вопросы перевода транспорта на газомоторное топливо, развития инфраструктуры, строительства объектов АГЗС и АГНКС. Этим проблемам уделяется пристальное внимание со стороны правительства РФ.

Преимущества природного газа перед традиционными видами топлива очень много. Наше мероприятие дает профессионалам уникальную возможность ознакомиться с этими преимуществами, узнать о новом оборудовании, технологиях, тенденциях развития отрасли и, самое главное, найти новых поставщиков и партнеров.

С декабря 2010 года Международная выставочная компания MVK вошла в состав Группы компаний ITE. Передовые технологии ITE позволили увеличить посещаемость выставки и подняли ее на качественно новый уровень.

В 2013 году выставка GasSuf проводилась в новом, современном и технологичном павильоне № 75 ВДНХ. Переезд на ВДНХ дал принципиально иные возможности для расширения экспозиционного пространства и деловой программы, позволил осуществить идеи, которые



невозможно было реализовать на прежней площадке.

В целом 2013 год был для выставки очень удачным, площадь выставочной экспозиции GasSuf-2013 увеличилась более чем на 60 % по сравнению с прошлыми годами, число посетителей – более чем на 40 %. Свое оборудование и технологии представили более 85 российских и международных компаний, лидеров отрасли.

Выставка GasSuf – это не просто имиджевая акция, а деловое мероприятие высокого уровня, во время которого проводятся переговоры, заключаются контракты, создается задел для стабильного и долгосрочного присутствия на рынке. Для зарубежных компаний –

это отличная площадка для выхода на российский рынок, для отечественных – возможность продемонстрировать оборудование специалистам из большинства регионов России, а также иностранным посетителям.

В 2013 году с экспозицией выставки ознакомились специалисты отрасли из 23 стран мира и 63 регионов России.

Пока, наверное, рано говорить о конкретных цифрах, и все же какие показатели вы запланировали на этот год и каковы промежуточные результаты формирования выставки?

На данный момент забронировано выставочных площадей на 15 % больше от запланированных. Компании очень активно участвуют в выставке. Сразу после проведения мероприятия в прошлом году более 50 % экспонентов подтвердили свое участие в 2014 году. Также выставка растет за счет новых компаний. В этом году к нам уже присоединилось около 20 дебютантов, среди которых не только российские, но и зарубежные компании.

Очень высок интерес к выставке со стороны иностранных компаний, на данный момент более 40 % участников – иностранные производители оборудования и поставщики услуг из 12 стран мира.

Что интересного посетители выставки смогут увидеть в этом году?

Участники выставки представят различную технику на газомоторном топливе – автобусы, грузовой и пассажирский транспорт, сельскохозяйственную технику. Можно будет ознакомиться с оборудованием и технологиями для перевода техники на альтернативные виды топлива, с газобаллонным и компрессорным оборудованием, а также с оснащением для АГНКС.

Впервые в выставке примут участие следующие компании:

- Минский автомобильный завод, который продемонстрирует автобусы на газомоторном топливе;

- Аргентинская компания Galileo, мировой лидер в области создания блочно-модульных решений для производства и транспортировки КПП и СПГ, которая экспортирует продукцию и осуществляет сервисное обслуживание клиентов в 65 странах Южной и Северной Америки, Европы, Африки и Азии;
- Delta Compression – лидер на мировом рынке оборудования для АГНКС;
- «Агромашхолдинг», которая представит тракторы на газомоторном топливе;
- «Кинг Лонг – Рус», являющаяся единственным официальным дилером автобусного завода King Long в России, представит на выставке автобусы одного из крупнейших производителей и поставщиков автобусов в Китае.

Также посетители смогут ознакомиться с новинками от ежегодных участников выставки, среди которых КАМАЗ, «Русские Автобусы – Группа ГАЗ», «Коммерческие автомобили – Группа ГАЗ», Wayne, Schwelm Anlagentechnik, Fornovo Gas, «Промэнегргомаш», «Ленпроматоматика», Vítkovice, Логаз-авто, Global Gas, Xperion, World Power Tech Co и многие другие.

Планируете ли вы проведение деловой программы в рамках выставки?

В этом году мы проведем вторую международную конференцию «Будущее автотранспортных средств, работающих на газомоторном топливе, и газовой генерации в Российской Федерации». На конференции будут обсуждаться актуальные вопросы отрасли, в том числе связанные с инновациями в области производства АГНКС, газовых компрессоров, работающих по безмасляной технологии в соответствии с требованиями Евро-5 и Евро-6, газораздаточных колонок, передвижных автомобильных газовых заправщиков, а также систем управления стационарными и передвижными электростанциями с газовыми ДВС для собственной генерации и многое другое.

Приглашаем всех заинтересованных 14-16 октября 2014 года в павильон 75 ВДНХ посетить 12-ю Международную выставку «Газ на транспорте» GasSuf!

CREON ENERGY, ВЕДУЩАЯ РОССИЙСКАЯ КОНСУЛЬТАЦИОННАЯ КОМПАНИЯ В СФЕРЕ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА, ПРИГЛАШАЕТ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

СУГ 2014

20 ОКТЯБРЯ

ОТЕЛЬ «БАЛЧУГ КЕМПИНСКИ МОСКВА»

- ОБЩИЙ БАЛАНС РЫНКА СУГ В РФ.
- СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ СУГ В РФ.
- ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОДАЖ СУГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИРЖЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.
- КОНКУРЕНЦИИ НА РЫНКЕ ГМТ: СУГ/КПГ.
- ТАМОЖЕННО-ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТРАСЛИ.
- СТРУКТУРА ЭКСПОРТА СУГ: ОБЪЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ.
- РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ВНУТРЕННИЕ ПЕРЕВОЗКИ И ПЕРЕВАЛКА НА ЭКСПОРТ.

СПГ 2014

16 ДЕКАБРЯ 2014

ОТЕЛЬ «БАЛЧУГ КЕМПИНСКИ МОСКВА»

- КАК БУДЕТ РАЗВИВАТЬСЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ СИТУАЦИЯ В СЕГМЕНТЕ СПГ?
- КАКОВЫ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКИХ СПГ ПРОЕКТОВ?

КПГ 2014

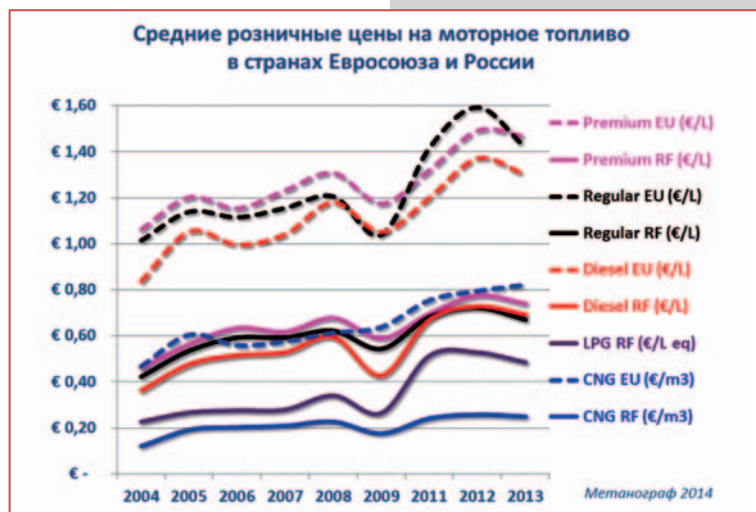
17 ДЕКАБРЯ 2014

ОТЕЛЬ «БАЛЧУГ КЕМПИНСКИ МОСКВА»

- РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ ПО СОЗДАНИЮ И РАЗВИТИЮ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГМТ В РФ.
- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ТОПЛИВУ, АГНКС И ГБА.
- ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА КПГ В РФ: ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ ИЛИ СВОБОДНЫЙ РЫНОК?
- ВОЗМОЖНОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРОГРАММЫ ГАЗИФИКАЦИИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ПО РАЗВИТИЮ СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ, СВЯЗАННОГО С ПРОИЗВОДСТВОМ И СБЫТОМ ГМТ.
- СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПРИМИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.

Цены на топливо

Розничные цены на моторное топливо в Евросоюзе и России в течение последнего десятилетия характеризуются достаточно высокой степенью корреляции. Повышения и понижения цен в странах Европейского Союза сопровождаются параллельными и практически синхронными явлениями на внутреннем российском рынке моторного топлива. И в России, и в Европе цены на природный газ для транспорта более стабильны, хотя и следуют общей тенденции роста (рисунок).



Новости из-за рубежа

Европа

Голландская судостроительная верфь Damen, немецкий изготовитель двигателей MTU Friedrichshafen (дочерняя компания Rolls-Royce Power Systems) и датская компания SVITZER объединили усилия для строительства первого буксира, работающего на КПГ. Официально объявлено от том, что корабль будет сдан заказчику в 2016 г.

Оборудованный реверсивным двигателем на КПГ буксир сочетает высокую мощность, малую стоимость топлива и значительно сокращенные выбросы вредных веществ.

Менеджер по продажам в Европе компании Damen Мартин Смит комментирует: «Мы горды тем, что строим прототип. Буксир, оснащенный двигателем MTU 4000, быстро разгоняется и отлично приспособлен для кантовки судов. Маневренность судна сочетается с его экологической чистотой и эффективностью».

Великобритания

В этом году компания Scania выпустит первый в Великобритании грузовик класса Евро-6. По данным журнала Transport Engineer, магистральный тягач P340 мощностью 250 кВт с колесной формулой 2×4 будет представлен в конце 2014 г. в рамках празднований пятидесятилетней годовщины присутствия компании Scania на британском рынке.

Руководитель продаж местного отделения компании Мартин Хей сообщил, что грузовик класса Евро-6 имеет низкий расход топлива, сверхмалые выбросы, высокую эффективность. «Все больше операторов автомобильной техники ищут альтернативу дизельному топливу,

и природный газ становится все более популярным. До сих пор автомобилисты были ограничены двухтопливными газодизельными машинами. Теперь же они смогут во всей полноте воспользоваться преимуществами чисто газовых грузовиков», – заявил Мартин Хей.

Развивается в стране и использование биотоплива. Так, в графстве Стаффордшир открыта новая заправка биометаном. Член парламента министр транспорта Великобритании Патрик МакЛуглин открыл новый биометановый комплекс на территории терминала компании UPS в городе Тамурт. МакЛуглин провел совещание с руководством курьерской службы UPS на тему использования биометана в логистической индустрии, после чего осмотрел терминал. Ранее компания UPS уже использовала автомобили на биометане для обслуживания Олимпийских игр в Лондоне в 2012 году, после чего это топливо было внедрено в компании на постоянной основе.

«Замечательно видеть, как компании Великобритании используют экономические возможности, открываемые новыми технологиями и видами топлива. Мы хотим видеть увеличение использования биометана, для чего были расширены налоговые льготы на все виды газомоторного топлива. Они окажут дополнительную поддержку тем, кто задумывается об инвестировании в эти технологии», – сказал Патрик МакЛуглин.

Италия

Fiat поставил 41 газовый гибридный автомобиль для поддержки президентства Италии в Евросоюзе. На первой неформальной встрече министров юстиции и внутренних дел стран-членов Европейского Союза 8 июля в Милане компания Fiat-Chrysler передала правительству Италии парк газовых автомобилей для обслуживания в течение шести месяцев деятельности Совета ЕС, президентство в котором перешло Италии.

Группа Fiat была выбрана по итогам конкурса, проведенного МИДом Италии. Компания будет отвечать за безвозмездное предоставление полного комплекса транспортных услуг национальным и европейским делегациям, деятельность которых будет связана с итальянским президентством.

Парком из 61 машины, в составе которого будут 40 автомобилей Fiat 500Ls, один Fiat Panda (все на природном газе) и 20 микроавтобусов Fiat Ducato с турбированным дизельным двигателем MultiJet (система Common Rail с управляемым сечением), будет управлять компания Leasys – лизинговая организация компании Fiat-Chrysler.

Франция

Компания MAN получила заказ на поставку в город Бордо метановых автобусов Lion's City. Контрактом предусмотрена поставка 25 сочлененных автобусов на КПП или биометане. Новые автобусы,

заказанные городом Бордо, должны соответствовать нормам выбросов Евро-6. Они войдут в состав 8 тыс. газовых автобусов MAN, уже работающих в основном в Европе.

Компания MAN особенно горда доверием, оказанным ей мэрией города Бордо, поскольку автобусы соответствуют техническим, экономическим и экологическим требованиям рынка автомобилей общественного транспорта.

Армения

Национальная почтовая служба Армении «Айпост» купила 49 новых автомобилей на КПП. В их числе 30 фургонов Renault Logan, 10 автомобилей Renault Duster (колесная формула 4×4) и девять грузовиков Kia. На церемонии передачи газовых автомобилей почтовикам присутствовал Президент Армении Серж Саргсян. Газовые машины приобретены в рамках корпоративной программы сокращения выбросов CO₂.

Новые фургоны Renault Logan заменят старые машины, некоторые из которых были выпущены еще в советский период. Грузовики Kia будут доставлять почту из Еревана в регионы. Их годовой пробег составит 90 тыс. км, что равно двум экваторам Земли. Полноприводные автомобили Renault Duster будут использоваться главным образом в регионах для доставки корреспонденции в удаленные населенные пункты.

Боливия

Президент Боливии Эво Моралес сообщил, что правительство рассматривает вопрос о строительстве новых АГНКС общего доступа на землях, принадлежащих Вооруженным силам страны. В основном это относится к Ла-Пасу, где ощущается дефицит земельных участков, пригодных для размещения газовых заправок. Этим среди прочего объясняется то, что, по данным Министерства углеводородов Боливии, в Ла-Пасе работают всего шесть АГНКС, тогда как в Санта-Крус их 106, а в Кочабамбе – 77 ед. Боливию можно смело причислить к лидерам мирового газомоторного рынка: в стране на природном газе работают 358 тыс. автомобилей (11-е место в мире); заправочная сеть насчитывает 189 АГНКС; спрос на КПП составляет 320 млн м³/год.

Национальный рынок КПП активно развивается, и стал актуальным вопрос об обязательной регистрации всех автомобильных сосудов высокого давления. Все владельцы метановых автомобилей должны пройти бесплатную регистрацию до 10 октября 2014 г. В пунктах переоборудования на каждый баллон будет нанесена информация о его характеристиках и сроке очередного переосвидетельствования. Баллоны, не прошедшие регистрацию, заправлять не будут. Как правило, срок эксплуатации автомобильного баллона для КПП составляет 20 лет, переосвидетельствование должно проводиться один раз в пять лет.



Метановый автобус
Lion's City

Abstracts of articles

P. 7

Future Development of the Compressed Natural Gas Usage Infrastructure in Omsk

Nikolay Pevnev, Michael Banket, Alexander Bakunov

The infrastructure's development options of cng usage as a road passenger transport fuel are suggested in the article.

Keywords: road passenger transport, compressed natural gas, natural-gas-based motor fuel, gas station.

P. 13

The CNG Technology Usage in the Gas Transportation System Region as a Factor of Regional Development

Alexey Schendrik, Michael Fyk

The authors propose an engineering solution that is posed as technological, technical-and-economic and organizational innovation system. The use of such a technical solution would make the load on the gas transmission network for a year more uniform. For its implementation will require the construction of gas pipelines branches (including required production), and provide means of discrete transport from the main compressor stations towards the areas that need additional seasonal energy consumption. At the same selections from such branch pipelines should be carried out not only by the local gas lines, but also on CNG fueling points.

The introduction of such a technical solution would give a powerful impulse to the development of small and medium-sized businesses (for example, in agriculture or heat supply systems) through the use of CNG as a fuel for automotive vehicles, boilers, mini-diesel power stations, mobile silos, bakeries, mini-tin and sugar mills and more. Amid the global economic crisis, it would give the impulse to the economic development of the country. This requires a general investor, who is ready to lobby for the promotion of such technologies.

Keywords: gas feeding combined system, compressed natural gas CNG, facility batch production for CNG.

P. 20

LNG's Quality Requirements Abroad

Nikolay Izotov

LNG's quality requirements throughout the world are determined by long-established operating conditions of the national gas networks and setting the burners in gas consumers. The calorific efficiency of LNG imported from different sources may be different. This can lead to financial losses for suppliers and claims for gas' quality by consumers.

Since LNG has different abilities (including different combustion value), the interchangeability of LNG and natural gas pipeline becomes increasingly important. By the definition of ISO (the European standard EN 12838: 2000), the interchangeability of natural gas (LNG measure of quality) is a close calorific value of a pipeline gas and gas produced in LNG regasification. Gases are interchangeable, when they can be used under the same combustion conditions without retuning the adopted parameters of a gas burner.

P. 36

Engine Warm up Time Reducing and Saloon Heating Car Through the Waste Heat

Vyacheslav Rakov, Alexander Salnikov

The article reviews the application of a waste heat energy recuperator to speed engine warm up and saloon heating.

Keywords: heat utilization, heat transfer, mathematical model, coolant temperature, recuperator.

P. 44

Multicriteria Control of Complex Engineering Systems' Technological Equipment Using Fuzzy Inference Methods for Obtaining

Andrew Evstifeev

The example of a compressor control system's use based on a fuzzy logic controller is given in the article, compressor control method on the basis of the compressor linguistic rules and indirect methods of obtaining fuzzy conclusions is formulated. The method is based on a set of linguistic rules of a fuzzy logic control with the use of fuzzy inference, wherewith control magnitude or control balancing an external disturbance is calculated. The research of the controlled information influence over the behavior of complex technical system on a simulation of different modes of operation has been conducted.

Keywords: functioning reliability of complex technical objects, automated control, processing equipment, complex technical systems.

P. 49

Systematization of Anaerobic Power Plant

Vladimir Karagusov

The external combustion engines based on pulse tubes and thermoacoustics are the most promising for transport and land-based autonomous power plants. Mechanically moving parts and components that define long service life, high reliability, minimal noise and vibration may be not included. These engines are able to use any fuel to operate and require little maintenance.

Keywords: anaerobic power plants, transport, Stirling engines, pulse tube, thermoacoustics, resource, noise.

P. 54

Characterization of A Hybrid Power Plant in Accordance with an Exploring of a Trolley-bus Drive Cycle

Igor Alexandrov

As the result of an application investigation of a trolley-bus' output performance, the general quantities of a plug-in bus having the same passengers capacity as the tested trolley-bus have been diagnosed.

Keywords: hybrid power plant, power capacity.

P. 62

Optimal Advancing Angles Determination of Fuel Injection in Running on Ethanol Diesel Engine

Vitaliy Likhanov, Alexander Polevshchikov

The article contains the results of the studies conducted on the engine D-120 (2CH10,5 / 12.0) when running on ethanol with double system of a fuel injection. The impact of different advancing angles of fuels injection (diesel and ethanol) on the total fuel consumption is examined. The theoretical possibility of the fuel base available modern diesel engines expanding by the use of ethanol is exploring.

Keywords: diesel, ethanol, a double system of fuel injection, diesel economy.

Авторы статей в журнале № 5 (41) 2014 г.

Александров Игорь Константинович,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой Вологодского
государственного университета,
Вологда, 3 Интернационала, д. 5-80
Тел.: (8172) 72-47-70, 8 (921) 714-91-40,
E-mail: alex@mh.vstu.edu.ru

Бакунов Александр Славентьевич,
аспирант СибАДИ, тел.: 8 (903) 926-12-62

Банкет Михаил Васильевич,
к.т.н., доцент Сибирской автомобильно-дорожной
академии (СибАДИ)
Тел.: 8 (904) 581-43-93

Евстифеев Андрей Александрович,
начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
доцент Национального исследовательского ядерного
университета «МИФИ», к.т.н.
115583, Москва, а/я 130,
Тел.: 8 (910) 460-78-86, +7 (498) 657-43-82
E-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Изотов Николай Иванович,
кандидат технических наук,
работал во ВНИИГАЗе с 1973 по 2010 г.,
Лауреат премии Ленинского комсомола

Карагусов Владимир Иванович,
д.т.н., профессор Омского Государственного
Технического Университета
Тел.: 8 (913) 971-37-15
E-mail: karvi@mail.ru

Лиханов Виталий Анатольевич,
д.т.н., академик РАТ, профессор, заведующий кафедрой
ДВС ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохо-
зяйственная академия»,
610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133
Тел.: 8 (8332) 57-43-07,
E-mail: info@vgsha.info

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

Полевщиков Александр Сергеевич,
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»
Тел.: 8 (906) 829-59-60, 8 (8332) 67-54-90
E-mail: eapas@mail.ru

Раков Вячеслав Александрович,
к.т.н., доцент Вологодского государственного
университета, тел.: 8 (964)-668-75-02
E-mail: vyacheslav.rakov@mail.ru

Сальников Александр Юрьевич,
аспирант Вологодского государственного университета,
Тел.: 8 (900) 539-44-00
E-mail: alexmen35@yandex.ru

Фык Михаил Ильич,
к.т.н., доцент кафедры добычи нефти, газа
и конденсата НТУ «Харьковский
политехнический университет»,
ул. Фрунзе, 21, Харьков, 61002
Тел.: 8 (057) 707-66-00, 8 (057) 700-15-64
E-mail: mfyk@yandex.ru

Шендрик Алексей Михайлович,
начальник оперативно-производственной службы
ГПУ «Шебелинкагаздобыча»,
64250, Харьковская обл., Балаклеевский р-н,
п.г.т. Червоный Донець, вул. Октябрьская, 9
Тел. факс: (05749) 5-20-24, р.т. 10 38 (095) 177 50 97
E-mail: oilgasua@mail.ru

Contributors to journal issue No 5 (41) 2014

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

Bakunov Alexander,
postgraduate, Siberian automobile
and Highway academy
Phone: + 7 (903) 926-12-62

Banket Michail,
PhD, Associate Professor,
Siberian automobile and Highway academy
Phone: 8 (904) 581-43-93

Evstifeev Andrey,
PhD, Head of laboratory,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
p/o 130, Moscow, Russia, 115583
E-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Fyk Michail,
candidate of science,
NTU «Kharkiv Polytechnic University»
Phone: (057) 707-66-00, (057) 700-15-64
E-mail: mfyk@yandex.ru

Izotov Nikolay,
PhD, worked at the VNIIGAZ from 1973 to 2010

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

Likhanov Vitaly A.,
Academician of RTA,
Professor of Vyatka State Agricultural Academy,
Dr. Sci. Tech.
Phone: + 7 (8332) 57-43-07
E-mail: info@vgsha.info

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

Polevshnikov Alexander,
Candidate of Technical Sciences,
Academician of RTA,
Docent of Vyatka State University,
Phone: + 7 (906) 829-59-60,
office phone: + 7 (8332) 67-54-90
E-mail: eapas@mail.ru

Rakov Vyatcheslav A.,
Ph.D., Associate Professor,
Vologda State Technical University
Phone: + 7 964-668-75-02
E-mail: vyacheslav.rakov@mail.ru

Salnikov Alexander,
postgraduate, Vologda State University
Phone: + 7 900-539-44-00
E-mail: alexmen35@yandex.ru

Shendrik Alexey,
GPU «Shebelinkagazdobycha»,
Phone: 10 38 (05749) 5-23-47,
fax (05749) 5-20-24
E-mail: oilgasua@mail.ru

Подписка – 2014

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 142717, Московская обл., Ленинский р-н., п. Развилка, а/я 253
Тел.: +7 (498) 657 29 77, e-mail: transport.1@ngvrus.ru, transport.2@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели!
Продолжается подписка на 2014 г.

Подписчики	Годовая, 6 номеров	II полугодие, 3 номера
Россия	4290 руб. (включая 10 % НДС)	2145 руб. (включая 10 % НДС)
Страны СНГ	4290 руб. (включая 10 % НДС)	2145 руб. (включая 10 % НДС)
Страны дальнего зарубежья	200 евро / 280 долл.	120 евро / 170 долл.

Отдельные экземпляры журнала (650 руб. + 10% НДС = 715 руб.) можно приобрести в редакции. Электронная версия журнала (формат PDF, 6 номеров):

- для РФ и стран СНГ – 2124 руб., включая НДС 18 %.
- для стран дальнего зарубежья – 100 евро / 140 долл. США.

Подписку на 2014 г. можно оформить по факсу, электронной почте или непосредственно в редакции; также через агентства «Роспечать» (подписной индекс **72149**), «Межрегиональное агентство подписки» (Каталог Российская пресса – Почта России, подписной индекс **12718**).

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

В текстовом блоке	В рублях	В долларах США	В евро
1 страница (210 × 290 мм)	22 тыс. + 18 % НДС	900	650
½ страницы (125 × 176 мм)	13 тыс. + 18 % НДС	550	400
¼ страницы (70 × 176 мм)	8 тыс. + 18 % НДС	300	220
Презентация (1 стр.)	10 тыс. + 18 % НДС	350	260
Специальный раздел (1 стр.)	2 тыс. + 18 % НДС	—	—
На обложке			
1-я страница (150 × 210 мм)	30 тыс. + 18 % НДС	900	650
2-я или 3-я страницы (290 × 210 мм)	27 тыс. + 18 % НДС	1100	800
4-я страница (290 × 210 мм)	30 тыс. + 18 % НДС	1200	900

Технические требования к рекламным модулям:

Макет должен быть представлен в электронном виде: форматы eps, tiff, jpeg, pdf.
Требуемые разрешения: полноцветные и монохромные материалы не менее 300 dpi.