



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 4 (64) 2018



Общее годовое собрание АОГМТ «НГА»

Разъемы высокого давления

Высокоточный учет сжиженных углеводородных газов



Учредитель и издатель

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

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

Д.В. Люгай

генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

Члены редакционной коллегии

Б.В. Будзуляк

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

С.П. Горбачев

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

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

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

Т.В. Климова

начальник отдела информационного обеспечения
ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Москва»,
заместитель главного редактора

С.И. Козлов

д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа

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

В.А. Марков

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

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

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

Е.Н. Пронин

координатор проекта «Голубой коридор»

В.С. Сафонов

советник генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
д.т.н., профессор

В.Н. Фатеев

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

В.С. Хахалкин

главный инженер – заместитель генерального директора

ООО «Газпром газомоторное топливо»

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

Отдел подписки и рекламы

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

Перевод

А.И. Хлыстова

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

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

www.ngvrus.ru

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета

в типографии «ТалерПринт»

109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1

Номер заказа

Сдано на верстку 15.06.2018 г.

Подписано в печать 15.07.2018 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

В НОМЕРЕ



Газозаправочная сеть «Газпром» обеспечила топливом EcoGas транспорт ЧМ–2018.	3
Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация»	4
Технические семинары	8
Люгай С.В., Дрыгина Ю.Н. Система ключевых показателей эффективности производственной деятельности АГНКС	9
Общественный транспорт Севастополя переводят на газ.	14
Евстифеев А.А., Тимофеев В.В. Разъемы высокого давления. Варианты конструкций и результаты моделирования	15
В Челябинске запустили пробный автобус на газомоторном топливе	30
Марков В.А., Камалтдинов В.Г., Поздняков Е.Ф., Денисов А.Д., Кошевой И.В. Исследование работы дизеля на эмульсии рапсового масла и воды	31
Филькин Н.М., Зыков С.Н., Шаихов Р.Ф., Татаркин А.М. Особенности конструктивных решений размещения и обслуживания накопителей энергии унифицированной машины технологического электротранспорта	49
Терешин В.И., Совлуков А.С. Высокоточный учет сжиженных углеводородных газов в транспортных емкостях	56
5-й ежегодный конгресс и выставка «СПГ Конгресс Россия»	65
Частников ставят на заправку	68
В Москве построены четыре газозаправочных комплекса «Газпром»	70
«Совкомфлот» обеспечит техническое наблюдение за строительством танкеров на СПГ для «Роснефти»	73
В Китае разработана ракета с двигателем на метане и жидком кислороде	74
Заправочный модуль с самыми большими композитными баллонами	74
Газомоторная мозаика	75
Abstracts of articles	78
Авторы статей в журнале № 4 (64) 2018 г.	80



Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle
Association (NGVA), is affiliated with IGU

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Lyugai, D.V.

Director General of Gazprom VNIIGAZ,

Doctor of Engineering

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

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

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Fateev, V.N.

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,

Doctor of Chemistry

Gorbachev, S.P.

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

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

Khakhalkin, V.S.

Chief technology officer,

deputy director general LLC «Gazprom Gas-Engine Fuel»

Klimova, T.V.

Head of Information support department, Engineering

and Technical center, Gazprom Transgaz Moskva LLC,

deputy chief editor

Kozlov, S.I.

Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,

JSC «Gazprom VNIIGAZ»,

executive director, NGVRUS

Markov, V.A.

Professor of N.E. Bauman's MGTU,

Doctor of Engineering

Nikolaenko, A.V.

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

Doctor of Science

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

Pronin, E.N.

Coordinator of the «Blue Corridor» project

Safonov, V.S.

Adviser to director general Gazprom VNIIGAZ,

doctor of engineering, professor

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 76

Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 77

Translation by

Khlystova A.I.

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,

Moskovskaya obl, 142717

www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.06.2018

Endorsed to be printed on 15.07.2018

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

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

When copying materials, a reference «Alternative Fuel Transport» International

Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information contained

in advertising matter.

CONTENTS

Gas-filling Network «Gazprom» provided for transport of FIFA World Cup 2018 with EcoGas fuel	3
Annual general meeting of members of Organizations' Association «National Gas Vehicle Association»	4
Technical seminars	8
Stanislav Lyugai, Yulia Drygina The system of Key performance indicators of automotive gas filling compressor stations' production activity.	9
Andrey Evstifeev, Vladimir Timofeev High-pressure connectors. Alternative designs and simulation results.	15
Vladimir Markov, Vjacheslav Kamaltdinov, Evgeniy Pozdnyakov, Alexander Denisov, Ivan Koshevoy Research of the diesel engine operation on rapeseed oil and water emulsion.	31
Nikolay Fil'kin, Sergey Zykov, Rinat Shaikhov, Andrey Tatarkin Features of design solutions for the placement and maintenance of energy storage units of a unitized machine technology of electric vehicles	49
Victor Tereshin, Alexander Sovlukov High-precision calculation of liquefied hydrocarbon gases in transport tanks	56
5th Annual Congress and exhibition «LNG Congress Russia»	65
Owner drivers to be put to fueling	68
Gazprom's 4 gas-filling complexes were constructed in Moscow	70
«Sovkomflot» will provide technical monitoring for construction of LNG carriers for «Rosneft».	73
A Rocket with the engine on methane and flox has been designed in China.	74
Fuelling modular unit with the biggest composite cylinder's	74
Gas vehicle mosaic	75
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue № 4 (64) 2018	80

Газозаправочная сеть «Газпром» обеспечила топливом EcoGas транспорт ЧМ-2018



Программа строительства и реконструкции газозаправочных объектов «Газпром» к Чемпионату мира по футболу FIFA 2018 в России (ЧМ-2018) была реализована в полном объеме. В городах, принимавших мероприятие, сформирована сеть из 47 объектов, включая 11 новых.

Самое большое количество новых автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) появилось в Москве. В ноябре 2017 года на улице Левобережная в эксплуатацию была введена самая мощная станция в России и Европе. В преддверии ЧМ-2018 на улицах Ижорская, Кусковская, Полбина и 109-м км МКАД заработали еще четыре газозаправочных комплекса «Газпром».

В Волгограде, Екатеринбурге, Калининграде, Нижнем Новгороде и Санкт-Петербурге также появились новые газозаправочные объекты. В Ростовской области проведена модернизация четырех действующих АГНКС.

«Во время Чемпионата мира по футболу 2018 в России в организации транспортного обслуживания были задействованы 1 400 автобусов, работающих на метане. Газозаправочная сеть «Газпром» обеспечила бесперебойную заправку топливом EcoGas», – подчеркнул генеральный директор «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев.

Отдел внешних коммуникаций ООО «Газпром газомоторное топливо»



Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация»

28 июня 2018 года в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось Общее годовое собрание членов Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» (АОГМТ «НГА»). Присутствовали руководители и уполномоченные представители 32 членов-организаций Ассоциации.



Собрание открыл заместитель председателя Совета Ассоциации Вячеслав Сергеевич Хахалкин и вручил Свидетельства АОГМТ «НГА» представителям вновь вступивших членов Ассоциации: ООО «Компрессор газ»; ООО «Криогазтех»; ООО НПК «НТЛ»; ОАО «Салаватнефтемаш».

Редактору международного научно-технического журнала «Транспорт на альтернативном топливе» Ершовой Ольге Александровне была объявлена благодарность за многолетний и добросовестный труд и в связи с 10-летием со дня выхода первого номера журнала.

Исполнительный директор НГА Станислав Владимирович Люгай доложил о результатах деятельности Ассоциации в 2017 году и представил основные направления деятельности АОГМТ «НГА» на 2018-2019 гг.

Деятельность Ассоциации осуществлялась в соответствии с основными направлениями, утвержденными Общим собранием 22 июня 2017 года. В частности, были отмечены следующие ключевые мероприятия, в которых представители Ассоциации принимали участие.



Исполнительный директор С.В. Люгай принял участие в Global NGV Partnership 2017 в г. Сеул (Южная Корея) с докладом и посещением объектов газозаправочной инфраструктуры города.

28 сентября 2017 года состоялся VII Международный научно-практический семинар «Газомоторное топливо. Повышение эффективности производства и использования» в ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (г. Минск) с посещением АГНКС № 5.

4-7 октября 2017 года состоялся VII Петербургский международный газовый форум – 2017. НГА оказала поддержку в организации, а журнал «Транспорт на альтернативном топливе» выступил информационным партнером. В рамках Форума также состоялась 4-я международная специализированная выставка «Газомоторное топливо».

4 октября 2017 года в рамках VII Петербургского международного газового форума заключено Соглашение о сотрудничестве между Национальной газомоторной ассоциацией и консорциумом NGV Italy. Соглашение подписано заместителем председателя совета АОГМТ «НГА» В.С. Хахалкиным и президентом NGV Italy Марияроза Барони.



В 2017 году при участии членов совета Ассоциации проведен 11-й автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор – 2017: Иберия – Балтия» по маршруту: Лиссабон, Мадрид, Барселона, Марсель, Милан, Ульм, Берлин, Варшава, Калининград, Рига, Таллин и Санкт-Петербург. В ходе автопробега были проведены круглые столы с участием автопроизводителей и представителей органов управления. Торжественный финиш состоялся в день открытия VII Петербургского международного газового форума.

7 декабря 2017 года состоялось заседание совета Ассоциации, по результатам которого был принят ряд решений, в том числе о создании Экспертного совета НГА.

Члены Ассоциации приняли участие в 45-м заседании Рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам ТЭК, которое состоялось 21 января 2018 года. На заседании обсуждались вопросы реализации проектов по развитию сети газозаправочной инфраструктуры в субъектах Российской Федерации в 2017 году и планах на 2018-2019 гг.

Также было принято участие в 46-м заседании Рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам ТЭК, которое состоялось 3 марта 2018 года. На заседании обсуждались вопросы реализации мероприятий по стимулированию производства оборудования для транспортных средств на газомоторном топливе и переводе транспортных средств органов власти на природный газ.

12 апреля 2018 года состоялся VIII Международный научно-практический семинар «Газомоторное топливо. Безопасная эксплуатация ТС» в ООО «Газпром трансгаз Томск» (г. Томск).

Члены Ассоциации приняли участие в заседании Экспертного совета Российского газового общества по вопросу рассмотрения Государственной программы РФ «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива» и созданию Центра по учету газовых баллонов.

6-8 июня 2018 года в Москве состоялась конференция «СПГ Конгресс Россия 2018». Исполнительный директор С.В. Люгай выступил с докладом и в качестве модератора сессии «Использование СПГ в качестве моторного топлива». В работе сессии приняли участие и выступили с докладами члены Ассоциации. АОГМТ «НГА» оказала поддержку в организации, а журнал «Транспорт на альтернативном топливе» выступил информационным партнером данного мероприятия.

Также члены Ассоциации принимали участие в подготовке конкретных предложений по внесению изменений в нормативно-технические документы Российской Федерации в сфере газомоторного топлива. Данная работа будет продолжена и ее результаты представлены в ФОИВ для учета позиции представителей отрасли – членов НГА.

15 июня 2018 года исполнительный директор С.В. Люгай и представители ООО «Газпром газомоторное топливо» приняли участие в совещании Министерства промышленности и торговли РФ по вопросу переоборудования бензиновых АЗС на газовые (метановые) и строительства новых газовых автозаправочных станций.

Далее на Общем собрании членов Ассоциации выступила главный бухгалтер Ассоциации И.Ф. Никорук, которая сообщила об основных финансовых показателях, отраженных в бухгалтерском балансе Ассоциации за 2017 год, и представила заключение Ревизионной комиссии.

Общее годовое собрание НГА положительно оценило результаты проделанной исполнительным дирекцией работы за истекший период. Выбранное направление, выполненные работы и проведенные мероприятия сформировали задел для дальнейшего развития рынка газомоторного топлива.

Затем путем открытого голосования состоялись выборы Совета Ассоциации сроком на 1 год. В совет Ассоциации были избраны следующие кандидаты:

1. Акимова Надежда Петровна
2. Алимов Сергей Викторович
3. Аннюк Дмитрий Михайлович
4. Батыршин Рафаэль Римович
5. Гайдт Давид Давидович
6. Коробейников Владимир Николаевич
7. Пронин Евгений Павлович
8. Хахалкин Вячеслав Сергеевич
9. Шуманн Андрэ.

В повестку Общего годового собрания по инициативе исполнительного директора С.В. Люгая был внесен вопрос о досрочном переизбрании исполнительного директора. В связи с производственной необходимостью Станислав Владимирович попросил собрание досрочно прекратить его полномочия, как исполнительного директора. На пост исполнительного директора С.В. Люгай предложил рассмотреть кандидатуру Зинина Василия Леонидовича. Общее годовое собрание НГА поддержало предложение С.В. Люгая. Путем открытого голосования присутствующими членами Ассоциации исполнительным директором Ассоциации организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» был избран Зинин Василий Леонидович.

Справка

Зинин Василий Леонидович родился 7 июня 1986 г. в г. Калининграде. Окончил Финансовую академию при Правительстве Российской Федерации по специальности «Финансы и кредит». Кандидат экономических наук. С 2010 г. – главный экономист отдела методического обеспечения и анализа Управления информационно-аналитических систем ПАО «Газпром», с 2011 г. – заместитель начальника отдела, с 2013 г. – начальник отдела. С 2014 г. возглавляет отдел системного корпоративного анализа в экспертно-аналитическом Управлении ПАО «Газпром». Отдел отвечает за моделирование и долгосрочное прогнозирование показателей деятельности компаний, а также подготовку отдельных разделов Долгосрочной программы развития ПАО «Газпром». В 2018 г. стал победителем первого Всероссийского конкурса управленцев «Лидеры России». Наставник – В.А. Зубков.



Технические семинары

28 июня 2018 года Ассоциация организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» выступила соорганизатором технических семинаров, которые состоялись в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».



Технический семинар ООО «КРИОСТАР РУС» «СПГ и СКПГ станции Криостар: технические решения и опыт реализации». С докладом выступил Зубир Саад, инженер по продажам СПГ-решений ООО «КРИОСТАР РУС». Его выступление было посвящено заправочным станциям для эффективного распределения СПГ, предлагаемым для российского рынка. Компания была основана в 1966 году и обладает большим опытом работы по производству криогенных насосов, заправочных и газонаполнительных станций, турбодетандеров и компрессоров. Докладчик рассказал о конкурентных преимуществах оборудования CRYOSTAR.

Особое внимание было уделено стационарным (SUSTAIN) и мобильным (DEPLOY) конфигурациям заправочных станций. Также Зубир Саад рассказал о вариантах сотрудничества с российскими заказчиками.

По итогам доклада состоялся оживленный обмен мнениями.



Технический семинар компании ENK «Комплексное решение для мобильных станций СПГ». С докладом на этом семинаре выступил Нам Чжунсон, руководитель компании ENK. Г-н Нам рассказал о компании, выпускаемой продукции и комплексных решениях.

ENK является сертифицированной государством технологической компанией, имеющей собственные мощности по проектировке сосудов высокого давления, установок, резервуаров для хранения сжиженного газа и систем пожаротушения. Ассортимент продукции включает промышленные баллоны, топливные баки для КПП (1-3-го типов) и СПГ, большие сосуды (Jumbo) для аэрокосмических центров, опорные рамы для цилиндров, емкости для электростанций, производственные линии, системы пожаротушения, АГНКС и др. Г-н Нам представил исчерпывающие характеристики выпускаемой продукции.

С докладом выступил Вишняков Павел Георгиевич из ООО «ТЭДЭКС», член Экспертного совета Ассоциации, который подробно рассказал о нормативно-правовом регулировании деятельности, связанной с использованием сосудов для сжиженных газов.

По итогам обоих выступлений разгорелась дискуссия, что подтверждает актуальность выбранной тематики.

Система ключевых показателей эффективности производственной деятельности АГНКС

С.В. Люгай, директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

Ю.Н. Дрыгина, главный специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В статье рассмотрено понятие *Ключевые показатели эффективности* и предложен подход к применению этих показателей при оценке результатов производственной деятельности персонала автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Сформирован перечень показателей и даны зависимости для их вычисления. Введены показатели, понятные оцениваемому персоналу, а также ограничения на их количество.

Ключевые слова:

ключевые показатели эффективности (результативности),
эффективность производственной деятельности, персонал,
автомобильная газонаполнительная компрессорная станция.

О ключевых показателях эффективности

Key Performance Indicators или *Ключевые показатели эффективности (результативности) (KPI)* – это система оценки для определения достижения операционных и стратегических целей организации, предприятия или индивидуального предпринимателя. KPI помогает оценить организации эффективность производственной деятельности и процессов, направленных на реализацию стратегии собственного развития.

Очень часто методика KPI применяется для оценки и контроля деятельности и активности сотрудников предприятия. Согласно стандарту ISO 9000:2008, под результативностью подразумевается степень достижения планируемых результатов и способность ориентироваться на результат. Под эффективностью же подразумевается соотношение между результатом и затратами (денежными, количественными, временными и прочими) на его достижение.

KPI является отличным инструментом для измерения степени достижения определенных целей. В реальной деятельности предприятия необходимо использовать только те показатели, которые связаны с целями его деятельности.

Управление целями предприятия является одной из основ современных концепций управления. Данная концепция предусматривает возможность предвидеть результаты деятельности и планировать пути для их достижения. Первые работы, посвященные данной концепции управления, написаны Питером Друкером в первой трети XX века. Согласно утверждению Друкера, менеджеры должны избегать уделения большого внимания решению ежедневных

рутинных задач. Вместо этого их усилия должны фокусироваться на достижении поставленных перед предприятием целей. В наши дни система КРІ включает в себя данную концепцию, дополненную другими современными методиками и автоматизированными программными средствами.

По различным оценкам в настоящее время у предприятий существуют значительные проблемы с постановкой правильных целей и системой оценки результатов. В ходе опросов руководителей компаний США выяснилось, что из них более 60 % недовольны системой оценки результатов деятельности персонала и предприятия. В России недовольство еще больше – свыше 80 %.

КРІ и система мотивации сотрудников предприятия являются очень тесно связанными вещами. Большая часть компаний, занимающихся торговлей, применяют КРІ для экономического стимулирования персонала предприятия.

Ключевые показатели предприятия можно разделить на следующие виды:

- запаздывающие КРІ – показывают результаты работы предприятия после завершения периода;
- оперативные КРІ – позволяют оперативно управлять ситуацией в пределах заданного периода для достижения ожидаемых результатов после его истечения.

Финансовые показатели обычно определяются так называемыми запаздывающими КРІ. Несмотря на то, что финансовые показатели используются собственниками предприятия для оценки его возможности генерировать потоки денег, эти показатели, в силу того, что они являются запаздывающими, не могут показать текущую эффективность работы департаментов и предприятия в целом.

О текущей деятельности предприятия рассказывают опережающие (оперативные) КРІ. Эти показатели часто могут дать косвенную информацию о планирующихся денежных потоках. Кроме того, при соответствующей настройке они дают оценку качества бизнес-процессов предприятия и производимой продукции, а также удовлетворенности заказчиков.

Набор КРІ предприятия является частью системы сбалансированных показателей, в которой определяются причинно-следственные связи между показателями и целями. Такие связи позволяют увидеть закономерности и факторы взаимного влияния результатов одних процессов на другие.

Структура персонала АГНКС

В зависимости от производственной мощности станции, состава и сложности основного и вспомогательного технологического оборудования, количества топливозаправочных колонок, наличия автоматических терминалов оплаты и автономной системы теплоснабжения численность и состав обслуживающего персонала АГНКС (таблица) могут сильно варьироваться и находиться в пределах от пяти для малых АГНКС до 28 для больших, таких как АГНКС 1000, открытая в Москве на Левобережной улице в 2017 году.

Разница в численности персонала последних двух столбцов связана с нормативными требованиями по выходу персонала (больничные листы, основные и дополнительные отпуска, сменный режим работы, вакансии и неполная укомплектованность штата). Повышение сложности производственных объектов, внедрение систем коммуникации и связи, установка терминалов оплаты привели к расширению штатной численности за счет техников-электриков.

Должность, профессия	По сменам			Всего	Общая численность
	1	2	3		
Начальник станции	1	–	–	1	1
<i>Экономический блок</i>					
Оператор-кассир	1	1	1	3	5
<i>Обслуживание клиентов</i>					
Наполнитель баллонных установок	3	2	2	7	9
<i>Эксплуатация и текущий ремонт оборудования</i>					
Машинист технологических установок	1	1	1	3	5
Техник-электрик	1	1	1	3	4
Механик	1	–	–	1	2
Слесарь-сантехник	1	–	–	1	1
Сварщик	1	–	–	1	2
<i>Эксплуатация теплового оборудования*</i>					
Машинист (кочегар котельной)	1	1	1	3	5
ВСЕГО с централизованным отоплением	10	5	5	20	28
ВСЕГО с автономным отоплением	11	6	6	23	33

*Примечание: при его наличии в проекте АГНКС

Разработка системы КРІ

Процесс разработки системы ключевых показателей для нового вида деятельности или процесса можно разделить на несколько этапов.

Предпроектные работы. В данный вид работ входят создание проектной группы и проведение предварительного обследования. Важным на этом этапе является получение одобрения и поддержки руководства компании, собственника станции, и начальника станции.

Разработка методологии КРІ. Данный этап работ направлен на оптимизацию организационно-штатной структуры станции или группы региональных станций, включая разработку методологии и набора показателей для каждого должностного места и профессии, разработку механизмов стимулирования и управления на базе КРІ, подготовку комплекта инструкций, методик и документации (приказы, положения о стимулировании персонала, шаблоны должностных инструкций, планы и показатели к критериям и т.д.).

Анализ и выработка рекомендаций по автоматизации сбора и обработки КРІ. В рамках данного этапа выбирается программное обеспечение и принципы сбора, анализа и обработки результатов достигнутых персоналом показателей эффективности. Для крупных организаций проводится приобретение и конфигурирование программного обеспечения для управления КРІ, вносятся изменения в программное обеспечение с последующим обучением пользователей.

Завершение проекта. На заключительном этапе проводится ввод системы КРІ в эксплуатацию.

При разработке методологии КРІ обращают внимание на следующие аспекты:

- разъяснение персоналу достоинств использования КРІ;
- определении стратегических для всей компании показателей;
- разработку механизмов оперативного мониторинга показателей;
- необходимость дальнейшего постоянного улучшения набора КРІ для поддержания развития организации.

Правила и принципы разработки и внедрения КРІ

Наиболее успешной из существующих практик является использование правила «10/80/10», которое означает, что предприятие должно использовать около 10 ключевых показателей, ориентированных на результат, около 80-ти, связанных с операционной (например, производственная) деятельностью, и около 10 ключевых показателей эффективности. Для отделов предприятий рекомендуется использовать не более 10-15 КРІ, иначе руководители отделов будут перегружены планированием, а руководство предприятия – анализом выполнения малозначительных КРІ.

Очень важным является принцип управляемости и контролируемости. Данный принцип утверждает, что руководителю или отдельному сотруднику, ответственному за определенный показатель, должны быть выделены все ресурсы на управление им, а результат должен быть измеримым и контролируемым.

Пример набора КРІ для оценки деятельности персонала АГНС

Цели, достигаемые использованием КРІ в данном случае, – снижение удельной себестоимости единицы продукции, повышение качества обслуживания и качества производимого газомоторного топлива, расширение ассортимента предоставляемой продукции, сокращение производственных издержек и т.д.

КРІ «Средняя себестоимость» компримированного природного газа, тыс. руб. Формула расчета:

$$C_b/N_r$$

где C_b – средняя себестоимость выпускаемой продукции, которая рассчитывается исходя из полной себестоимости; N_r – количество выпущенной продукции (в данном случае измеряется в тыс. м³). Полная себестоимость, в свою очередь, складывается из технологической себестоимости.

КРІ «Доля затрат на разработку», %. Формула расчета:

$$((Z_{пс} + Z_{этр}) / П) \times 100 \%$$

где $Z_{пс}$ – суммарные затраты на проектирование и строительство станции; $Z_{этр}$ – суммарные затраты на эксплуатацию и текущий ремонт; П – стоимость проданного природного газа.

КРІ «Показатели внедрения новых продуктов», безразмерный. Формула расчета:

$$N_{н.нов} / O_{нов}$$

где $N_{н.нов}$ – число новых неудачных видов топлива, товаров и услуг; $O_{нов}$ – общее число новых видов топлива, товаров и услуг.

КРІ «Затраты на гарантийное обслуживание новых топлива, товаров и услуг», %.
Формула расчета:

$$(Z_{\text{гои}} / V_{\text{п}}) \times 100 \%,$$

где $Z_{\text{гои}}$ – затраты на гарантийное обслуживание новых видов топлива, товаров и услуг; $V_{\text{п}}$ – объем продаж.

КРІ «Скорость обновления выпускаемой продукции», ед./год. Формула расчета:

$$N_{\text{спр}} / O_{\text{зпр}},$$

где $N_{\text{спр}}$ – число видов топлива, товаров и услуг, снятых с производства за последние три года; $O_{\text{зпр}}$ – общее число запущенных в производство видов топлива, товаров и услуг.

КРІ «Доля новых видов топлива, товаров и услуг», %. Формула расчета:

$$(N_{\text{нов}} / O_{\text{пр}}) \times 100 \%,$$

где $N_{\text{нов}}$ – число новых видов топлива, товаров и услуг, разработанных в предшествующем году; $O_{\text{пр}}$ – общее количество произведенного топлива, товаров и услуг.

КРІ «Удельные издержки на эксплуатацию оборудования», руб. Формула расчета:

$$A + Z + Z_{\text{р}} + И,$$

где A – амортизация оборудования и транспортных средств; Z – затраты на эксплуатацию оборудования (топливо, энергия и т.д.); $Z_{\text{р}}$ – затраты на ремонт; $И$ – износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений.

КРІ «Эффективность использования сырья», %. Формула расчета:

$$(N_{\text{с}} / N_{\text{п.в.пр}}) \times 100 \%,$$

где $N_{\text{с}}$ – количество используемого сырья (все сырье и сырьевые добавки, используемые для производства топлива); $N_{\text{п.в.пр}}$ – выход продукции.

КРІ «Выработка на одного производственного работника», тыс. м³/чел. Формула расчета:

$$O_{\text{ф}} / Ч_{\text{ф}},$$

где $O_{\text{ф}}$ – фактический объем продукции за месяц; $Ч_{\text{ф}}$ – фактическое число сотрудников.

КРІ «Средний срок эксплуатации оборудования», год. Формула расчета:

$$\sum B_{\text{н}} \times C_{\text{ед.о}} / \sum C_{\text{об}},$$

где $\sum B_{\text{н}}$ – суммарный срок эксплуатации оборудования; $C_{\text{ед.о}}$ – стоимость единиц оборудования; $\sum C_{\text{об}}$ – суммарная стоимость оборудования.

КРІ «Процент неустраняемого брака» (для слесарей, техников-электриков, механиков, сварщиков), %. Формула расчета:

$$(B_{\text{ф}} / O_{\text{ф}}) \times 100 \%,$$

где $B_{\text{ф}}$ – фактический возврат по качеству; $O_{\text{ф}}$ – фактический объем выполненных работ за месяц.

КРІ «Коэффициент абсолютной загрузки оборудования», безразмерный. Формула расчета:

$$T_{\text{м}} / T_{\text{ц}},$$

где $T_{\text{м}}$ – время работы одной единицы производственного оборудования; $T_{\text{ц}}$ – время работы станции.

КРІ «Выполнение плана производства по объему», %. Формула расчета:

$$(V_1 / V_2) \times 100 \%,$$

где V_1 – объем продукции фактический; V_2 – объем продукции запланированный.

КРІ «Средний процент потерь сырья и материалов», %. Формула расчета:

$$(\sum П / N_{\text{об}}) \times 100 \%,$$

где $\Sigma П$ – сумма потерь; $N_{об}$ – количество оборудования.

КРІ «Доля продукции, произведенной вручную», %. Формула расчета:

$$(N_{пр.вр} / N_{об.пр}) \times 100 \%,$$

где $N_{пр.вр}$ – количество продукции, произведенной вручную; $N_{об.пр}$ – общее количество произведенной продукции.

КРІ «Количество рекламаций», ед. P – число рекламаций за период.

Таким образом, экономический эффект от внедрения КРІ основывается на повышении производительности труда за счет увеличения мотивации персонала и его ориентации на получение результатов работ. При правильной организации сбора, анализа и выставления оценок персоналу удастся значительно сократить число ошибок, повысить качество данных – их целостность и непротиворечивость. Сотрудники получают в любом месте и в любое время информацию о состоянии их индивидуального счета, показателях эффективности производственной деятельности, обоснованности выставления того или иного коэффициента, его влиянии на уровень оплаты труда. Все это в конечном итоге приводит к повышению исполнительской дисциплины и успеваемости в решении задач в рабочее время за счет встроенного корпоративного управления временем, что способствует увеличению выручки за счет концентрации на удовлетворении потребностей клиентов.

Общественный транспорт Севастополя переводят на газ

Севастопольский общественный транспорт постепенно переводят на газомоторное топливо. По Федеральной целевой программе город приобрел в лизинг 90 автобусов среднего класса и 25 автобусов большого класса. Все они работают на метане.

«Это, прежде всего, экономически выгодно, – сказал директор автозаправочного комплекса Алексей Тимофеев. – На сегодняшний день цена одного кубометра метана составляет 18 рублей. А по расходу кубометр метана приравнивается к 1 литру бензина для автомобиля».

Вместимость топливного бака автобуса КАМАЗ – 90 кубометров. Его заправка обойдется примерно в 1800 рублей. У автобусов с бензиновым или дизельным двигателем полный бак обойдется в сумму около 5000 рублей.

Пока в городе всего две специализированные станции, где заправляют газом общественный транспорт, – на улице Шабалина и Симферопольском шоссе. Они обслуживают только автобусы государственного предприятия «Севэлектроавтотранс» – КАМАЗ и НЕФАЗ.

Сейчас пассажиров в Севастополе на газомоторном топливе возят 115 автобусов. Однако уже 28 июня в город поступила новая партия машин Курганского автозавода. Все работают на экологичном и экономичном метане.

<http://forpost-sevastopol.ru/social/transport/item/19319>

Разъемы высокого давления. Варианты конструкций и результаты моделирования

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

В.В. Тимофеев, главный специалист лаборатории Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Одним из вариантов реализации технологии «виртуальная труба» при снабжении потребителей газомоторным топливом является поставка в автотранспортные предприятия сменных кассет, заполняемых компримированным природным газом на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях. В работе предложены варианты технических решений для быстроразъемных соединений при организации соединения трубопроводов кассетных модулей с трубопроводами бортовой топливной системы газобаллонного транспортного средства. Приведены результаты математического и газодинамического моделирования разъема в режимах без расхода и с расходом.

Ключевые слова:

быстроразъемные соединения, компримированный природный газ (КПГ), заправка газомоторных транспортных средств, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС), газодинамическое моделирование.

Быстроразъемные соединения высокого давления (БРС) в транспортных средствах (ТС) предназначены для соединения и разъединения трубопроводов и съемных элементов конструкции. Задачей быстроразъемных соединений является организация соединений без использования дополнительных инструментов. Известны и хорошо освоены отечественной и зарубежной промышленностью быстроразъемные соединения с конструкциями, описанными в следующих стандартах: ISO 7241-1 (сокращенно ISO-A); ISO 7241-1 B (ISO-B); ISO 16028 (ISO-F). Примерный вид конструкции быстроразъемного соединения, выполненного по стандарту ISO 7241-1 B, приведен на рис. 1.

Стандарты определяют требования к размеру штекеров и гнезд, прочности (рабочее давление, давление разрыва, соединение), потоку, размеру утечки и т.д., а также габаритные требования (в особенности так называемый профиль штекера, то есть его форма и размеры). Изготовление разъема в соответствии с тем же профилем обеспечивает взаимозаменяемость, то есть возможность соединения гнезда и штекера от разных производителей. Однако возможность такого соединения не гарантирует сохранения всех функциональных характеристик исходного набора разъемов (гнездо и штекер желательно использовать одного и того же производителя). Герметичность и совместимость разъемов должны быть предварительно проверены на стендах.

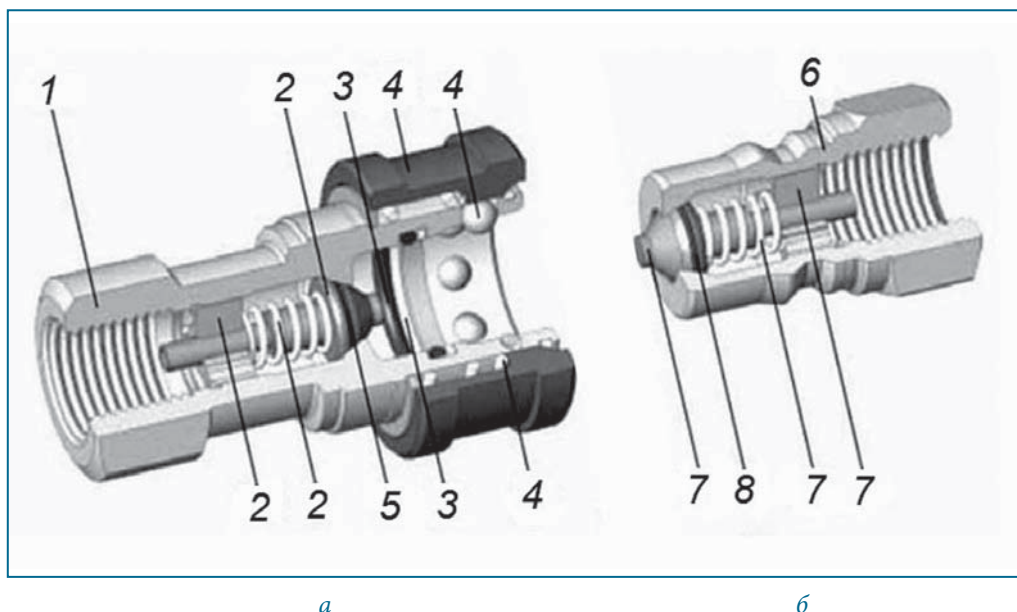


Рис. 1. Конструкция быстроразъемного соединения, выполненного по стандарту ISO 7241-1B:
а – гнездо; *б* – штекер; 1 – корпус; 2, 7 – клапан (грибок, пружина); 3 – уплотнение, (о-ринг, опорное кольцо); 4 – запорный механизм (блокировочная втулка, пружина, шарики); 5, 8 – уплотнение клапана (о-ринг); 6 – корпус

Ключевой особенностью быстроразъемных соединений (рис. 2) высокого давления системы стандартизации ISO является обязательное наличие в конструкции разъема – механического запорного блокировочного механизма, выполненного в виде втулки с пружиной и шариками. При необходимости проведения замены элемента конструкции транспортного средства с разъемом в труднодоступном месте (на крыше автобуса, в подкапотном пространстве или в трансмиссии) разблокировать разъем вручную не представляется возможным.

Со свободным пролетом	С односторонним отсеканием	С двусторонним отсеканием	С двусторонним отсеканием сухоразъемные (без вытекания)
Без клапанов	Клапан исключительно на стороне питания (как правило в гнезде)	Клапан на стороне гнезда и на стороне штекера	Клапан на стороне гнезда и на стороне штекера, плоские лобовые поверхности („flat face“) и соответствующие уплотнения

Рис. 2. Типы разъемов согласно ISO 7241

Быстроразъемные соединения корейской компании DK-LOK серии DQM (рис. 3) отличаются компактными размерами и малыми диаметрами условного прохода трубопроводов и соединений (табл. 1-3).

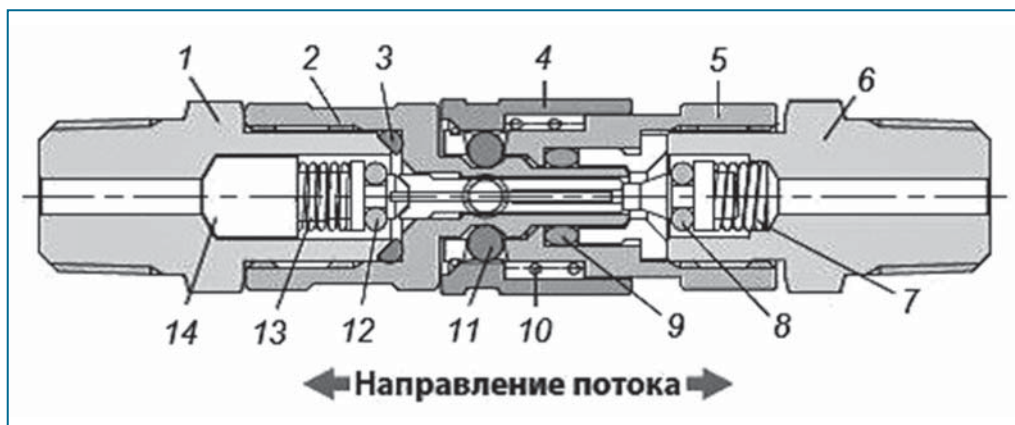


Рис. 3. Серия DQM Миниатюрные быстроразъемные соединения:

1, 5 – кожух; 2 – шток; 3, 9 – уплотнительное кольцо; 4 – втулка корпуса; 6 – корпус;
7 – пружина корпуса; 8 – уплотнительное кольцо корпуса; 10 – пружина втулки корпуса;
11 – шар штока; 12 – уплотнительное кольцо клапана; 13 – пружина клапана штока;
14 – упорный элемент

Таблица 1

Характеристики применяемых материалов быстроразъемных соединений серии DQM

Деталь	Материал
Корпус, кожух, шток, торцевые соединения, втулка корпуса	Нерж. сталь 316/ ASTM A276 Латунь JIS H3250C3604
Упор, левое и правое ребро	Нерж. сталь 316/ASTM A276
Клапан штока и клапан корпуса	Нерж. сталь 316/ASTM A276
Пружины	Нерж. сталь 302/ASTM A313
Подшипники замка	Нерж. сталь 316
Смазка	Силикон или на тефлоновой основе

Таблица 2

Рабочие условия быстроразъемных соединений серии DQM

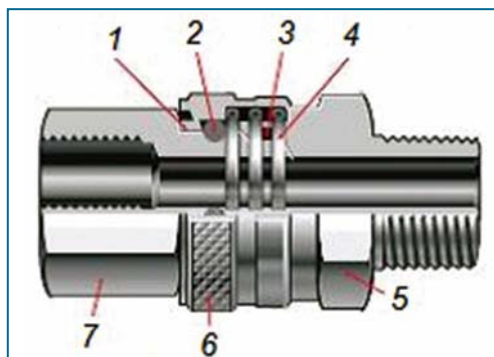
Условие	Значение	
Шток и корпус серии DQM уплот. кольца из FKM уплот. кольца из NBR	Нерж. сталь 316 Латунь	
Рабочее давление, МПа (при $t^{\circ}\text{C}$) соединен при разъединении/ соединении	Нерж. сталь 316	Латунь
	27,5 (21) 0,68 (204)	13,7 (21) 0,68 (121)

Таблица 3

Габаритно-стыковочные характеристики быстроразъемных соединений серии DQM

18

Диаметры торцевых соединений, мм	Модель		D мм (дюйм)		h гайки, мм (дюйм)
	SV	DV	SV	DV	
1,58 (1/16 дюйма) DK-Lok	DQMS-D-1T	DQMVS-D-1T	30,0 (1,18)	44,7 (1,76)	4,37 (7/16)
1,58 (1/16 дюйма) внеш. NPT	DQMS-M-1N	DQMVS-M-1N	26,2 (1,03)	40,9 (1,61)	4,37 (7/16)
1,58 (1/16 дюйма) внутр. NPT	DQMS-F-1N	DQMVS-F-1N	26,2 (1,03)	40,9 (1,61)	4,37 (7/16)
3,17 (1/8 дюйма) DK-Lok	DQMS-D-2T	DQMVS-D-2T	32,8 (1,29)	47,5 (1,87)	4,37 (7/16)
3,17 (1/8 дюйма) внеш. NPT	DQMS-M-2N	DQMVS-M-2N	26,2 (1,03)	40,9 (1,61)	4,37 (7/16)
3,17 (1/8 дюйма) внутр. NPT	DQMS-F-2N	DQMVS-F-2N	26,2 (1,03)	46,0 (1,81)	5,62 (9/16)



Быстроразъемные соединения серии DF (рис. 4, табл. 4-6) являются полнопроходными, отличаются низким перепадом давления в трубопроводе на участке установки БРС, двунаправленным потоком среды, отсутствием необходимости применения специального инструмента для соединения/разъединения.

Рис. 4. Серия DF полнопроходные быстроразъемные соединения:
1 – стопорное кольцо; 2 – зажимной шар; 3 – уплотнительное кольцо;
4 – пружина; 5 – корпус; 6 – втулка корпуса; 7 – шток

Таблица 4

Рабочее давление быстроразъемных соединений серии DF, МПа

Серия DF	Нерж. сталь 316	Латунь
DF A	41,3	27,5
DF B		20,6
DF C	27,5	13,7
DF D		

Таблица 5

Характеристики применяемых материалов быстроразъемных соединений серии DF

Деталь	Материалы	
Корпус, шток	Нерж. сталь 316	JIS H3250C3604
Подшипник	ASTM A276	JIS H3250C3604
Стопорное кольцо	Нерж. сталь 316	Нерж. сталь 316
Пружина, стоп. кольцо	Нерж. сталь 304	Нерж. сталь 304
Уплотнительное кольцо	FKM	NBR
Смазки	На силиконовой основе и на основе PTFE	

Все представленные БРС компании DK-Lok обладают общим недостатком, а именно – необходимостью участия оператора в процессе соединения и разъединения трубопроводов.

Также в газовой промышленности известно решение «Быстроразъемное соединение манифольдов оборудования для гидроразрыва пласта» (рис. 5), которое защищено патентом № 2386888 (конструкция соединения трубопроводов и РВД).

Основным элементом устройства является ступенчатая втулка 9, позволяющая надежно герметизировать как соединение трубопроводов, так и разъем высокого давления.

Устройство работает следующим образом. При сборке устройства в ниппель 5 и трубопровод 2 вставляют ступенчатые втулки 9, сопрягая уплотняющие кромки 7 с коническими поверхностями 8 ниппеля 5 и трубопровода 2. Затем с помощью накидных гаек 6 свинчивают штуцером 3 ниппель 5 и трубопровод 2 со вставленными втулками 9, прижимая кромки 7 ступенчатой втулки 9 к внутренним поверхностям штуцера 3 и ниппеля 5 до достижения герметичности соединения. Для замены втулки 9 достаточно развинтить накидные гайки 6 и штуцер 3. В случае заклинивания втулки 9 ее расклинивают с помощью проточки 10. Для удобства сборки и разборки втулку 9 намагничивают. Бандажное кольцо 1 предусматривает унификацию накидной гайки 6. Если нет необходимости поддерживать унификацию, можно выполнить ее как одно целое с бандажным кольцом.

Устройство рассчитано на работу в условиях агрессивных сред, а также на крайне высокое давление – до 105 МПа. Однако общая сложность конструкции и необходимость участия в процессе соединения трубопроводов высокого давления оператора со специальным инструментом не позволяют применять данное решение для организации процесса замены кассет с баллонами компримированного природного газа при обеспечении газомоторным топливом газобаллонных транспортных средств.

В 2017 году в соответствии с решением правительства Российской Федерации выделено порядка 5 млрд руб. на реализацию мер по софинансированию из федерального бюджета закупок автобусов и техники для ЖКХ, работающих

Таблица 6

Габаритно-стыковочные характеристики быстроразъемных соединений серии DF

Серия	Модель	Торцевое соединение, мм (дюйм)	Мин. пр. сечение, мм (дюйм)	D, мм (дюйм)	h, мм (дюйм)
DFSA-	D-4T-	6,35 (1/4) DK-Lok	4,8 (0,19)	45,0 (1,77)	14,29 (9/16)
	D-6T-	9,52 (3/8) DK-Lok	6,1 (0,24)	45,0 (1,77)	17,46 (11/16)
	D-6M-	6 мм DK-Lok	4,8 (0,19)	45,0 (1,77)	14,29 (9/16)
	M-4N-	6,35 (1/4) внеш. NPT	6,1 (0,24)	40,4 (1,59)	14,29 (9/16)
	M-6N-	9,52 (3/8) внеш. NPT	6,1 (0,24)	40,4 (1,59)	17,46 (11/16)
	F-4N-	6,35 (1/4) внутр. NPT	6,1 (0,24)	40,6 (1,60)	19,05 (3/4)
	F-6N-	9,52 (3/8) внутр. NPT	6,1 (0,24)	42,4 (1,67)	22,23 (7/8)
DFSB-	D-6T-	9,52 (3/8) DK-Lok	7,1 (0,28)	47,8 (1,88)	22,23 (7/8)
	D-8T-	12,7 (1/2) DK-Lok	10,4 (0,41)	50,5 (1,99)	22,23 (7/8)
	M-6N-	9,52 (3/8) внеш. NPT	10,4 (0,41)	40,4 (1,59)	22,23 (7/8)
	M-8N-	12,7 (1/2) внеш. NPT	12,7 (0,50)	46,7 (1,84)	22,23 (7/8)
	F-6N-	9,52 (3/8) внутр. NPT	11,9 (0,47)	40,4 (1,59)	26,99 (11/16)
	F-8N-	12,7 (1/2) внутр. NPT	12,7 (0,50)	46,2 (1,82)	26,99 (11/16)
DFSC-	D-12T-	19,05 (3/4) DK-Lok	15,7 (0,62)	54,6 (2,15)	26,99 (11/16)
	M-12N-	19,05 (3/4) внеш. NPT	18,3 (0,72)	51,6 (2,03)	26,99 (11/16)
	F-12N-	19,05 (3/4) внутр. NPT	18,3 (0,72)	52,8 (2,08)	26,99 (11/16)
DFSD-	D-16T-	25,4 (1) DK-Lok	22,4 (0,88)	62,2 (2,45)	34,93 (13/8)
	M-16N-	25,4 (1) внеш. NPT	22,4 (0,88)	59,7 (2,35)	34,93 (13/8)
	F-16N-	25,4 (1) внутр. NPT	22,4 (0,88)	63,2 (2,49)	41,28 (15/8)
DFBA-	D-4T-	6,35 (1/4) DK-Lok	45,7 (1,80)	22,1 (0,87)	26,99 (11/16)
	D-6T-	9,52 (3/8) DK-Lok	46,0 (1,81)	22,1 (0,87)	26,99 (11/16)
	D-6M-	6 мм DK-Lok	45,7 (1,80)	22,1 (0,87)	17,46 (11/16)
	M-4N-	6,35 (1/4) внеш. NPT	39,9 (1,57)	22,1 (0,87)	17,46 (11/16)
	M-6N-	9,52 (3/8) внеш. NPT	39,9 (1,57)	22,1 (0,87)	17,46 (11/16)
	F-4N-	6,35 (1/4) внутр. NPT	38,1 (1,50)	22,1 (0,87)	19,05 (3/4)
	F-6N-	9,52 (3/8) внутр. NPT	41,4 (1,63)	22,1 (0,87)	22,23 (7/8)
DFBB-	D-6T-	9,52 (3/8) DK-Lok	55,1 (2,17)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
	D-8T-	12,7 (1/2) DK-Lok	56,6 (2,23)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
	M-6N-	9,52 (3/8) внеш. NPT	46,5 (1,83)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
	M-8N-	12,7 (1/2) внеш. NPT	52,8 (2,08)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
	F-6N-	9,52 (3/8) внутр. NPT	43,9 (1,73)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
	F-8N-	12,7 (1/2) внутр. NPT	43,9 (1,73)	33,0 (1,30)	26,99 (11/16)
DFBC-	D-12T-	19,05 (3/4) DK-Lok	62,2 (2,45)	42,2 (1,66)	38,1 (11/2)
	M-12N-	19,05 (3/4) внеш. NPT	59,2 (2,33)	42,2 (1,66)	38,1 (11/2)
	F-12N-	19,05 (3/4) внутр. NPT	48,0 (1,89)	42,2 (1,66)	38,1 (11/2)
DFBD-	D-16T-	25,4 (1) DK-Lok	69,9 (2,75)	47,8 (1,88)	26,99 (11/16)
	M-16N-	25,4 (1) внеш. NPT	67,3 (2,65)	47,8 (1,88)	26,99 (11/16)
	F-16N-	25,4 (1) внутр. NPT	53,8 (2,12)	47,8 (1,88)	26,99 (11/16)

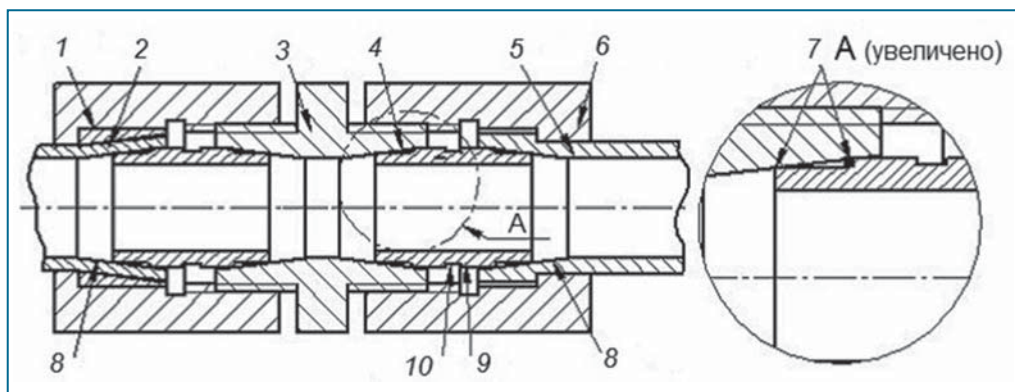


Рис. 5. Конструкция соединения трубопроводов и РВД:

1 – бандажное кольцо; 2 – трубопровод; 3 – штуцер; 4, 7 – уплотняющая кромка;
5 – ниппель; 6 – гайка; 8 – конические поверхности; 9 – втулка; 10 – проточка

на ГМТ. По данным Минпромторга России, в рамках программы субсидирования реализовано около 3,5 тыс. единиц автобусов, техники дорожно-коммунальных служб и легковых автомобилей, использующих природный газ в качестве моторного топлива. Наибольшее количество техники приобретено в Республике Татарстан, Ростовской, Нижегородской и Владимирской областях.

Важным направлением развития рынка газомоторного топлива в 2018 году будет строительство операторами газозаправочной инфраструктуры ряда объектов, реализующих компримированный и сжиженный (СПГ) природный газ. Российскими автопроизводителями уже ведется разработка новых моделей техники, использующей КПП и СПГ.

По данным, представленным 26 января 2018 года на заседании рабочей группы по развитию газозаправочной инфраструктуры заместителем министра энергетики Российской Федерации Кириллом Молодцовым, в 2017 году введена в эксплуатацию 36 объектов газозаправочной инфраструктуры, в том числе АГНКС, МАГНКС (мобильные станции), модули КПП и реконструированные объекты. Таким образом, на 1 января 2018 года на территории РФ насчитывается 354 объекта газозаправочной инфраструктуры. Фактический объем реализации КПП в 2017 году составил около 600 млн м³, что на 65 млн (+12 %) больше, чем в 2016 году. В соответствии с планами компаний, в 2018 году запланированы строительство и реконструкция 67 объектов газозаправочной инфраструктуры в 28 субъектах Российской Федерации.

В соответствии с решением Президента Российской Федерации поддержана идея использования газобаллонных автомобилей (ГБА) при проведении мероприятий чемпионата мира по футболу 2018 года. Для обслуживания маршрутов спортивных соревнований приобретены, кроме прочих, и автобусы, использующие природный газ в качестве моторного топлива. По данным ООО «Газпром газомоторное топливо», для обеспечения мероприятий чемпионата мира по футболу дополнительно построено и реконструировано 9 АГНКС.

Предложенные в данной работе решения направлены на обеспечение заправки транспортных средств непосредственно на поворотно-разворотных площадках и топливозаправочных пунктах автотранспортных предприятий. В основе обеспечения данной задачи лежит разработка быстроразъемного соединения, не имеющего ручного механического фиксатора и дающего возможность быстрого монтажа и демонтажа газовых баллонов высокого давления на грузовых

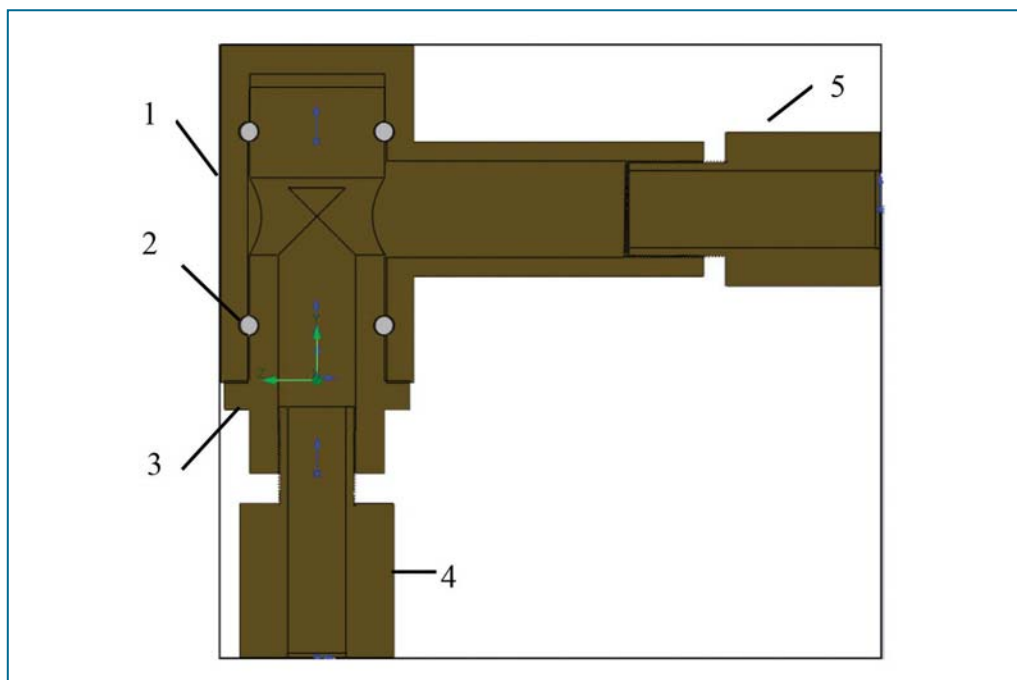


Рис. 6. Схема разъема без клапанов в сборе в среде моделирования (разрез):
 1 – внешний корпус разъема; 2 – уплотнительная прокладка; 3 – внутренний корпус разъема; 4 – выходной патрубок; 5 – входной патрубок

и пассажирских транспортных средствах с большим объемом единичной заправки. В рамках работ по поиску новых технических решений для обеспечения автобусных парков крупных городов РФ газомоторным топливом [1-32] был проведен анализ возможных вариантов доставки ГМТ в автопарки, в результате которого выяснилось, что при заправке непосредственно на АГНКС парки несут дополнительные затраты на холостые пробеги до заправочной станции [6, 7]. Плотная городская застройка, требования нормативных документов по противопожарным расстояниям и разрывам, ограничения по давлению газа в городских газопроводах, сложности с подключением промышленных потребителей к линиям электроснабжения не позволяют обеспечить возведение новых АГНКС в непосредственной близости от автобусных парков. Снабжение парков с помощью передвижных автомобильных заправщиков в силу целого ряда дополнительных причин организационного, технического и экономического характера оказывается малопривлекательным и экономически невыгодным.

Одним из вариантов снабжения ГБА, предложенных специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ», является применение на транспортных средствах сменных кассетных модулей, позволяющих обеспечить интервал времени между процессами заправки и использования газа на ТС [20, 24, 26].

Обеспечение быстрой замены сменного кассетного модуля поставило перед специалистами задачу соединения и разъединения газовой магистрали транспортного средства и кассетного модуля, монтируемого на крышу ТС, без участия человека в процессе соединения разъемов. При этом в конструкции разъемного соединения должна учитываться возможность попадания на крышу ТС осадков (особенно в зимнее время), пыли, мусора, листьев и т.д. С учетом опыта исследований данной проблематики для разъема высокого давления институтом была предложена новая конструкция канала подачи газа и электромеханического

запорного механизма. Для проведения математического моделирования и получения результатов исследования использовалось программное средство SolidWorks Flow Simulation. На рис. 6 представлен внешний вид модели базового разъема, выполненной в соответствии с патентом на полезную модель № 174397 от 22.03.2017 г. и предложенной ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Особенностью данного разъема на транспортных средствах является наличие возможности осуществления через него как заправки газовых баллонов, смонтированных в кассете, так и выдачи КПП в бортовую топливную систему ТС.

Характеристики сплошной среды. Элементы термодинамики

Для количественного описания процессов в газе вводятся различные характеристики. Положение частицы среды характеризуется ее радиус-вектором r в некоторой системе координат. Изменение положения частицы в пространстве со временем определяется ее скоростью:

$$v = \frac{dr(t)}{dt}; \quad (1)$$

здесь t – время.

В процессе движения взаимное расположение частиц среды изменяется. Изучение движения газа состоит в нахождении движения всех его частиц.

Состояние газа характеризуется еще рядом параметров, называемых термодинамическими.

Под плотностью газа ρ понимают массу вещества, заключенного в единице объема. Сила, действующая в среде на единичную площадь нормально к ее поверхности, называется давлением p . К термодинамическим параметрам относятся также температура T , удельный объем $\eta = \frac{1}{\rho}$, энтропия S и др.

Точное определение этих понятий, установление соотношений между ними составляют предмет термодинамики (см., например, [1]). Мы ограничимся кратким напоминанием фактов, которые окажутся необходимыми в дальнейшем.

В термодинамике существует понятие внешних параметров, характеризующих положение внешних по отношению к газу тел, с которыми он взаимодействует в процессе движения. Рассмотрим для определенности однородный газ, заключенный в цилиндрический сосуд, закрытый с одного конца неподвижной стенкой, а с другого – поршнем. В данном случае внешним телом являются стенки сосуда и поверхность поршня, граничащая с газом. Они ограничивают занятый газом объем V , который является внешним параметром. В общем случае в число внешних параметров включаются и различные силовые поля, созданные внешними источниками, например, электромагнитные.

В процессе взаимодействия газа с внешними телами внешние параметры изменяются – газ совершает работу (или над газом совершается работа). При бесконечно малом изменении внешнего параметра (объем dV), вызванного бесконечно малым перемещением поршня, газ совершает работу

$$dA = -pdV, \quad (2)$$

или в пересчете на единицу массы газа,

$$da = -pd\eta,$$

где $\eta = \frac{1}{\rho}$ – удельный объем, то есть объем единицы массы газа.

Заметим, что эта работа отлична от нуля только при перемещении внешних тел. Так, при истечении газа в вакуум из сосуда перемещение внешних тел не происходит, и работа, вычисленная по формуле (2), равна нулю в силу того, что давление на границе газ – вакуум обращается в нуль. Совершая работу, газ изменяет свою энергию. Изменение энергии газа может происходить также за счет обмена теплотой с внешними телами. Связь между энергией газа, совершенной им работой и подведенной теплотой в термодинамике устанавливает первое начало, являющееся частным случаем общего закона сохранения энергии.

Для единицы массы газа эта связь выглядит следующим образом:

$$d\varepsilon = dQ - pd\eta, \quad (3)$$

где ε – удельная внутренняя энергия газа, Q – количество теплоты, подведенной к единице массы газа.

Соотношение (3) справедливо не только для рассмотренного примера, но вообще для любых равновесных процессов в газе. Напомним, что термодинамическим равновесным называется процесс, протекающий бесконечно медленно, причем его любое промежуточное состояние является равновесным. В свою очередь равновесным термодинамическим состоянием системы называется состояние, не изменяющееся со временем при фиксированных внешних параметрах и отсутствии теплообмена с внешними телами.

Реальные процессы, естественно, протекают с конечными скоростями и, строго говоря, не являются равновесными. Однако идеализация, связанная с введением равновесности, достаточно хорошо описывает широкий круг явлений, и поэтому ее введение оправданно.

Из первого начала термодинамики вытекает, что внутренняя энергия ε является однозначной функцией состояния газа. Величины же Q и a зависят не только от состояния системы, но и от ее предыстории, то есть от процесса, в результате которого система пришла в это состояние. Иными словами, величина $d\varepsilon$ – полный дифференциал, в отличие от dQ и da , не представляющих полных дифференциалов каких-либо выражений.

Существование еще одного полного дифференциала a , следовательно, однозначной функции состояния (энтропия S) устанавливает второе начало термодинамики:

$$dS = dQ/T \text{ или } TdS = d\varepsilon + pd\eta. \quad (4)$$

Введенный в равенстве (4) «интегрирующий делитель» T называется температурой. Температура является внутренним параметром, характеризующим состояние газа. Со статистической точки зрения температура определяется средней кинетической энергией теплового хаотического движения молекул газа.

Очевидно, величина энтропии определяется с точностью до произвольной постоянной. Значение этой постоянной устанавливает третье начало термодинамики (теорема Нернста), из которого следует, что при абсолютном нуле температуры энтропия системы равна нулю:

$$S \rightarrow 0 \text{ при } T \rightarrow 0.$$

Заметим, что в общем случае для процессов, не являющихся равновесными, но допускающих введение функций температуры, энтропии и т.д., формулировка второго начала приобретает следующий вид:

$$dS \geq dQ/T,$$

причем знак равенства относится к равновесным процессам. В частности, для теплоизолированных систем с $dQ = 0$ (адиабатические системы) второе начало записывается в виде

$$dS \geq 0. \quad (5)$$

Как показывает неравенство (5), процессы в системе идут так, что энтропия системы не уменьшается.

Для равновесных процессов среди термодинамических функций p , ρ , ε , η , T , S и т.д. имеются только две независимые переменные. Если в качестве таких независимых параметров принять температуру T и плотность ρ , то остальные функции могут быть выражены через них:

$$p = p(\rho, T), \quad \varepsilon = \varepsilon(\rho, T) \text{ и т. д.}$$

Такие равенства носят название *уравнений состояния*. В простейшем случае идеального газа эти уравнения имеют вид

$$\varepsilon = \varepsilon(\rho, T). \quad (6)$$

Если внутренняя энергия газа линейно зависит от температуры, второе из равенств (7) может быть записано в виде

$$\varepsilon = RT / (\gamma - 1), \quad (7)$$

где R – газовая постоянная; γ – безразмерная величина, равная отношению теплоемкостей газа при постоянном давлении и постоянном объеме.

Подход Лагранжа и подход Эйлера к изучению движения сплошной среды

Для описания движения сплошной среды используют два подхода, связанных с выбором системы координат.

При использовании **подхода Лагранжа** наблюдение ведется за фиксированной частицей среды, прослеживается изменение во времени ее параметров. Зная судьбу всех частиц, мы имеем исчерпывающую информацию об изучаемом процессе. Очевидно, что независимыми переменными, помимо времени, в этом случае должны являться некоторые признаки, позволяющие отличать одну частицу от другой (так называемые переменные Лагранжа). Например, если число частиц конечно, то их можно перенумеровать, и за координату Лагранжа частицы принять ее номер.

Часто в качестве переменных Лагранжа выбирают координаты начального положения частицы. В этом случае закон движения сплошной среды, то есть движение любой ее частицы, выражается формулами

$$x_i = g_i(x_1^0, x_2^0, x_3^0, t), \quad i = 1; 2; 3 \quad (8)$$

где x_i – текущие координаты частицы; x_i^0 – координаты ее начального положения при $t = 0$, то есть переменные Лагранжа:

$$x_i|_{t=0} = x_i^0.$$

Зафиксировав в (8) x_1^0, x_2^0, x_3^0 , мы получаем закон движения отдельной частицы, иными словами, ее траекторию. Фиксируя t и рассматривая g_i как функции переменных x_1^0, x_2^0, x_3^0 , мы получаем распределение всех частиц по пространству на данный момент времени.

Формулы (8) устанавливают взаимно однозначное соответствие между x_i и x_i^0 . Поэтому, разрешая их относительно x_i^0 , можно получить

$$x_i^0 = h_i(x_1, x_2, x_3, t). \quad (9)$$

При этом якобиан преобразования

$$\Delta = D(x_1, x_2, x_3) / D(x_1^0, x_2^0, x_3^0) \quad (10)$$

предполагается отличным от нуля во все моменты времени.

В подходе Эйлера наблюдение ведется за точками физического пространства. Переменными Эйлера являются координаты точки наблюдения x_1, x_2, x_3 . Через точку пространства с течением времени проходят различные частицы среды. Значение, например, скорости, в данной точке физического пространства в данный момент времени отождествляется со значением скорости той частицы среды, которая в данный момент проходит через точку.

Во избежание возможных недоразумений при определении скорости формулой

$$v = \frac{dr(t)}{dt}$$

укажем, что здесь r не является радиус-вектором точки наблюдения в физическом пространстве, то есть независимой переменной Эйлера. Согласно определению (1), r есть зависящий от времени радиус-вектор некоторой фиксированной частицы среды.

Существо подходов Лагранжа и Эйлера хорошо отражает удачное сравнение, заимствованное из [2]. Изучение движения воды в реке можно вести, либо плывя на лодке от истоков реки до ее устья и наблюдая за судьбой отдельных частиц жидкости (подход Лагранжа), либо наблюдая за течением с берега в определенных местах (подход Эйлера).

Результаты исследования параметров течения природного газа в БРС с Г-образным газовым каналом

Для разъемов, используемых на транспортных средствах, работающих на КПП, можно выделить следующие основные режимы работы:

- режим под рабочим давлением без расхода;
- режим под остаточным давлением без расхода;
- режим под рабочим давлением с расходом.

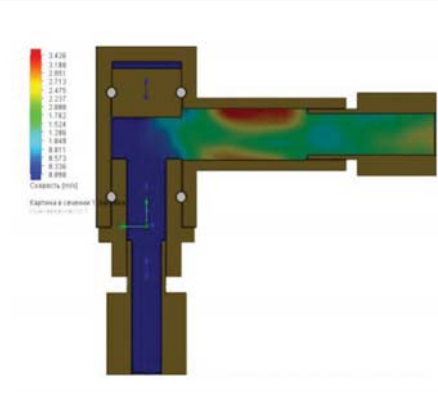

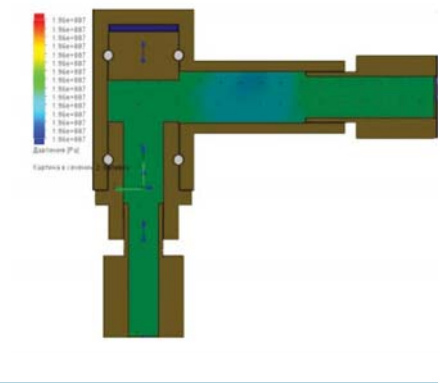
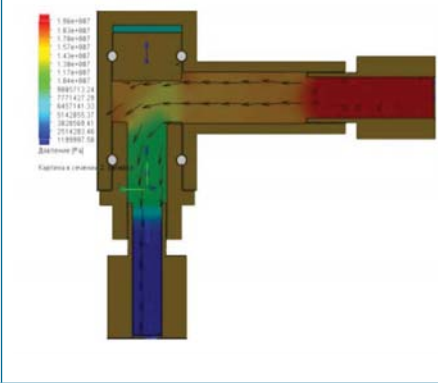
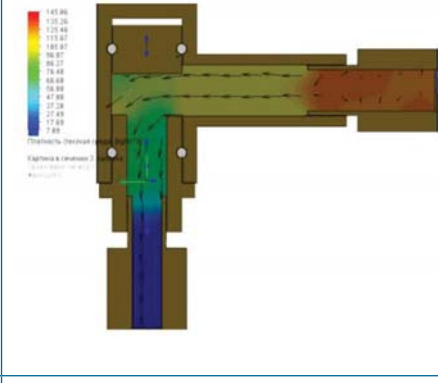
В табл. 7 в ячейке 1а показано распределение скоростей движения природного газа в канале разъема и подводящих газопроводов высокого давления. При отсутствии расходов на выходе скорости движения в разъеме находятся в интервале от 0 до 2 м/с. Области с наличием движения газа в разъеме выделены отличным от синего цветом. Давление в разъеме имеет незначительный перепад в местах изменения диаметра проходного сечения (ячейка 1б), при этом плотность газа имеет область разрежения в широкой части разъема после поворота потока газа и в месте сопряжения каналов деталей разъема (ячейка 1в).

При наличии остаточного давления, равного 1,2 МПа, что соответствует области срабатывания редуктора высокого давления в бортовой топливной системе транспортного средства, и отсутствии расхода газа в сечении разъема будет наблюдаться следующее распределение: скоростей движения газа (ячейка 2а), давлений (ячейка 2б) и плотности природного газа в канале разъема (ячейка 2в). Проанализировав представленные в таблице рисунки, можно сделать вывод об отсутствии движения в канале подачи газа разъема и достаточности предусмотренных конструкцией уплотнительных элементов.

Наиболее показательными являются рисунки в ячейках 3а-3в, на которых показано поведение среды в процессе работы ТС в режиме форсажа с высоким расходом природного газа на уровне 0,1 м³/сек. При этом выявляются области в канале разъема, имеющие высокие скорости движения природного газа, они

Таблица 7

Скорость, давление и плотность газа при различных режимах работы БРС
(патент на полезную модель № 174397 от 22.03.2017 г.
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Показатели в сечениях		
При рабочем давлении 19,6 МПа, без расхода	При остаточном давлении 1,2 МПа, без расхода	При рабочем давлении 19,6 МПа с расходом 0,1 м ³ /сек
 <p>1a</p>	 <p>2a</p>	 <p>3a</p>
 <p>1б</p>	 <p>2б</p>	 <p>3б</p>
 <p>1в</p>	 <p>2в</p>	 <p>3в</p>

выделены красным цветом (ячейка 3а), а также явно выраженное негативное влияние пространства, образованного сквозным каналом внутреннего разъема.

Неоптимальная форма проходного сечения канала разъема приводит к дополнительным затратам на преодоление сопротивления разъема и завихрениям потока газа в канале. По итогам проведенного газодинамического моделирования в конструкцию разъема были внесены изменения, позволившие сократить потери газа за счет предотвращения утечки после размыкания, и был добавлен электромеханический фиксатор, устанавливаемый на внешнюю сторону разъема и в закрытом состоянии блокирующий возможность его размыкания при вибрациях, опрокидывании и столкновении транспортного средства. В результате модернизации удалось исключить недостаток, связанный с возникновением завихрений в канале и сделать канал с более удачной газодинамической поверхностью.

Кроме того, представленный разъем высокого давления в случае применения в составе сменного кассетного контейнера для КПП (заявка на изобретение № 2017103281) при снабжении и заправке газомоторным топливом транспортных средств, смене кассеты и, соответственно, при размыкании и смыкании разъема не нуждается в участии оператора АГНКС либо иного специалиста.

Проведенные в рамках работы теоретические и аналитические исследования показали актуальность разработки быстроразъемных соединений нового типа и подтвердили техническую возможность реализации запатентованных решений. Наиболее рациональной в качестве следующего этапа работ является опытная апробация решений на партии транспортных средств.

Использованные источники

1. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. – Л.: Гостехиздат, 1952.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т. I, II. – М.: Наука, 1973.
3. Гайнулин Ф.Г., Гриценко А.И., Васильев Ю.Н., Золотаревский Л.С. Природный газ как моторное топливо на транспорте. – М: Недра, 1996.
4. Васильев Ю.Н., Гриценко А.И., Чириков К.Ю. Газозаправка транспорта. – М.: Недра, 1995.
5. Викторов М.М. Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты. – Л.: Химия, 1977.
6. Евстифеев А.А., Люгай С.В. Основы логико-вероятностного анализа безопасности транспортных средств на газовом топливе. – М.: ВНИИГАЗ, 2017.
7. Евстифеев А.А., Ермолаев А.Е. Влияние холостых пробегов газовых городских автобусов на показатели производственно-хозяйственной деятельности // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 4 (52). – С. 23-30.
8. Люгай С.В., Балашов М.Л., Евстифеев А.А. Оценка времени ожидания заправки транспортного средства на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 6 (54). – С. 50-54.
9. Евстифеев А.А., Заева М.А., Сергеев М.С. Метод обеспечения работоспособности системы управления питанием газового транспортного средства // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 3 (51). – С. 51-60.
10. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Методы и средства оптимизации размещения объектов производственно-сбытовой инфраструктуры / В книге: Научная сессия НИЯУ МИФИ–2015. Аннотации докладов: в 3-х томах. Отв. ред. О.Н. Голотюк. – 2015. – С. 74.

11. Попов М.А., Егорова А.Н., Евстифеев А.А. Моделирование и оптимизация мест размещения объектов газовой заправки транспорта / В книге: Научная сессия НИЯУ МИФИ–2015. Аннотации докладов: в 3-х томах. Отв. ред. О.Н. Голотюк. – 2015. – С. 97а.
12. Евстифеев А.А., Дрыгина Ю.Н., Ермолаев А.Е. Моделирование и оптимизация процесса развития производственно-сбытовой сети газовых заправочных станций // Газовая промышленность. – 2015. – № S3 (728). – С. 30-33.
13. Евстифеев А.А. Математическая модель определения численности и производительности заправочных колонок на АГНКС // Газовая промышленность. – 2015. – № 8 (726). – С. 95-97.
14. Евстифеев А.А. Размещение объектов инфраструктуры газовой заправки транспорта // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 6 (48). – С. 26-39.
15. Евстифеев А.А. Анализ эффективности производственного процесса на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. 2015. – № 5 (47). – С. 27-33.
16. Евстифеев А.А. Метод формирования адекватной стоимости газового моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 2 (44). – С. 41-46.
17. Евстифеев А.А. Современные подходы к выбору производительности основного технологического оборудования объектов заправки природным газом // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 4 (46). – С. 48-54.
18. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // Asian Journal of Applied Sciences. – 2015. – Т. 8. – № 1. – С. 86-91.
19. Евстифеев А.А. Структурный синтез и алгоритмы решения для математической модели системы газовой заправки транспорта и газоснабжения автономных потребителей // Вести газовой науки. – 2015. – № 1 (21). – С. 79-85.
20. Евстифеев А.А. Обеспечение муниципальных автобусных парков мегаполиса газовым моторным топливом // Газовая промышленность. – 2014. – № 2 (702). – С. 86-89.
21. Евстифеев А.А. Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПП на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 1 (37). – С. 24-31.
22. Евстифеев А.А. Многокритериальное управление технологическим оборудованием сложных технических систем с использованием методов получения нечетких выводов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 5 (41). – С. 44-48.
23. Евстифеев А.А. Методология рационального построения и непрерывного совершенствования региональной сети АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 3 (39). – С. 53-60.
24. Евстифеев А.А. Математическая модель анализа потребности в КПП и СПГ на вновь газифицируемых территориях // Газовая промышленность. – 2013. – № 1 (685). – С. 87-88.
25. Люгай С.В., Евстифеев А.А., Тимофеев В.В., Балашов М.Л., Дрыгина Ю.Н. Сравнение экономических показателей при использовании жидкого моторного и газомоторного топлив // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5 (35). – С. 14-19.
26. Евстифеев А.А. Модель прогнозирования потребления газового моторного



топлива в населенном пункте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 3 (33). – С. 43-47.

27. Евстифеев А.А., Балашов М.Л. Методика определения границы экономической эффективности перехода на природный газ в качестве моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 2 (32). – С. 4-5.

28. Евстифеев А.А. Расчет надежности системы поставок газового моторного топлива потребителям // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 4 (34). – С. 61-65.

29. Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А. Применение математического моделирования при испытаниях и отработке сложных технических систем // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2013. – Т. 2. – № 1. – С. 115.

30. Евстифеев А.А., Заева М.А. Автоматизированная система единого государственного реестра газобаллонного оборудования // В книге: Научная сессия НИЯУ МИФИ–2012. Аннотации докладов: в 3-х томах. – 2012. – С. 285.

31. Дедков В.К., Евстифеев А.А. Методика оценивания надежности технической системы по результатам испытаний // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2010. – № 12. – С. 215-221.

32. Евстифеев А.А., Северцев Н.А. Модели минимизации направленного ущерба транспортной системы при отсутствии информации // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 11. – С. 137-145.

В Челябинске запустили пробный автобус на газомоторном топливе

Это первый пробный автобус в городе, полностью работающий на газомоторном топливе. Об этом 2 июля на аппаратном совещании в мэрии сообщил директор ООО «Общественный городской транспорт» (ООО «ОГТ») Дмитрий Холод.

Газовый автобус с бортовым номером 332 работает по четвертому маршруту: Мамина – ЮурГУ. Автобус отличается также тем, что в нем установлены четыре камеры видеонаблюдения, а также бесплатный Wi-Fi.

Как сообщили в ООО «ОГТ», пробный автобус действительно обходится дешевле транспорта на дизельном топливе. Для сравнения, один кубический метр метана в регионе стоит 12-13 рублей, 1 литр дизельного топлива – 38 рублей. Средний расход автобуса – 23 литра или 23 кубометра на 100 километров. Таким образом заправка автобуса на дизельном топливе составляет 874 рубля, тогда как на газомоторном – 299 рублей.

<https://ob-zor.ru/v-chelyabinske-zapustili-probnyy-avtobus-na-gazomotornom-toplive>

Исследование работы дизеля на эмульсии рапсового масла и воды

В.А. Марков, профессор, заведующий кафедрой «Поршневые двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.,
В.Г. Камалтдинов, профессор кафедры «Двигатели внутреннего сгорания и электронные системы автомобилей» Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ), д.т.н.,
Е.Ф. Поздняков, генеральный директор ЗАО «Форант-Сервис», г. Ногинск, к.т.н.,
А.Д. Денисов, старший преподаватель кафедры «Технологии машиностроения и систем автоматизированного проектирования» Коломенского института (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»,
И.В. Кошевой, магистр кафедры «Поршневые двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Обоснована необходимость использования биотоплив в двигателях внутреннего сгорания. Показаны преимущества использования эмульгированных топлив в дизелях. Проведен сравнительный анализ физико-химических свойств нефтяного дизельного топлива и эмульсии рапсового масла и воды. Представлены результаты экспериментальных исследований дизеля, работающего на этих топливах. Показана возможность улучшения экологических показателей дизеля при его работе на эмульсии рапсового масла и воды.

Ключевые слова:

двигатель внутреннего сгорания, дизель, нефтяное дизельное топливо, рапсовое масло, эмульгированное топливо, показатели токсичности отработавших газов.

На современном этапе развития двигателестроения основными задачами совершенствования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) остаются улучшение показателей их топливной экономичности и снижение выбросов веществ с отработавшими газами (ОГ) [1, 2]. Причем, в связи с непрерывным ужесточением требований к содержанию в ОГ двигателей внутреннего сгорания токсичных компонентов (табл. 1) экологические показатели двигателей становятся приоритетными.

Таблица 1

Требования по ограничению содержания вредных веществ в отработавших газах дизелей транспортного назначения в странах Европы

Нормы на токсичность ОГ	Предельные выбросы вредных веществ с ОГ, мг/км		
	Оксиды азота NO _x	Твердые частицы	Диоксид углерода CO ₂
Евро-4	250	25	160...170
Евро-5	180	5	140
Евро-6	80	4,5	120

Среди двигателей внутреннего сгорания транспортного назначения наибольшее применение нашли дизели [1]. Ими оснащаются не только грузовые автомобили и автобусы, но и легковой автомобильный транспорт. Двигатели сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин в подавляющем числе случаев также оборудуются дизелями. Этот тип ДВС используется также на железнодорожном транспорте, речных и морских судах, в малой авиации и стационарных энергетических установках [3].

Отработавшие газы дизелей представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров и капель жидкостей, дисперсных твердых частиц. Всего в ОГ дизелей присутствуют около 300 компонентов, но при этом 80...85 % общей массы токсичных компонентов составляют оксиды азота NO_x , монооксид углерода CO , легкие несгоревшие углеводороды CH , оксиды серы SO , альдегиды RCHO . Нормируемыми токсичными компонентами ОГ дизелей являются NO_x , CO , CH и твердые частицы [2]. Диоксид углерода CO_2 хотя и не является токсичным компонентом, однако он относится к группе так называемых парниковых газов, и его выброс также ограничивается соответствующими нормативными документами.

Из нормируемых газообразных токсичных компонентов ОГ дизелей наиболее значимыми являются оксиды азота NO_x . Их доля в суммарных токсичных выбросах дизелей составляет от 30 до 80 % по массе и от 60 до 95 % по эквивалентной токсичности [2]. Другим важнейшим токсичным компонентом ОГ дизелей считаются твердые частицы (выброс сажи – углерода C , или дымность ОГ). Высокая потенциальная опасность этих частиц обусловлена их способностью аккумулировать на своей поверхности многие известные канцерогены и мутагены, а также незначительными размерами частиц, позволяющими им проникать в органы дыхания человека и накапливаться в них [4]. Еще два нормируемых токсичных компонента – монооксид углерода CO и легкие несгоревшие углеводороды CH – имеют значительно меньшую токсикологическую значимость. Так, в соответствии с данными работы [2] токсикологическая значимость CO , NO_x , CH , твердых частиц и оксидов серы SO оценивается как отношение 1 : 41,1 : 3,16 : 200 : 22. Следует учитывать также, что выбросы CO и CH значительно снижаются средствами очистки ОГ (нейтрализаторы) [2].

Известно, что на форсированных режимах работы дизеля с низкими коэффициентами избытка воздуха ($\alpha < 1,2...1,3$) сажа составляет большую часть массы твердых частиц (до 95...98 %). В целом фракционный состав твердых частиц выглядит следующим образом: углеродная фракция (среднее содержание 75 %, диапазон значений 33...90 %), органическая фракция (19 %, 7...49 %), сульфаты, нитраты (1 %, 1...4 %), металлы и другие элементы (2 %, 1...5 %), прочее (3 %, 1...10 %) [4]. Это позволяет использовать зависимости, практически однозначно (с высоким коэффициентом корреляции) связывающие эмиссию твердых частиц и дымность ОГ.

Следует отметить сложную противоречивую взаимосвязь выбросов двух наиболее значимых компонентов ОГ дизелей – эмиссии оксидов азота и дымности ОГ (выброс сажи). Многие методы и средства снижения токсичности ОГ не позволяют одновременно уменьшить эти выбросы. В частности, изменение угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) приводит либо к увеличению выбросов NO_x при раннем впрыскивании, либо к увеличению дымности ОГ при позднем впрыскивании (рис. 1) [3].

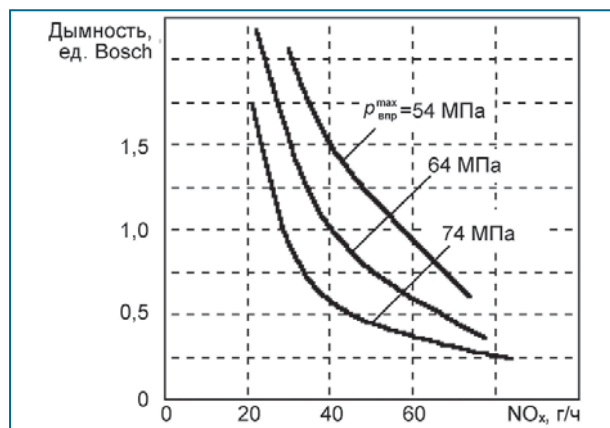


Рис. 1. Типовая диаграмма эмиссии вредных веществ при различных УОВТ и максимальных давлениях впрыскивания (дизель Mercedes OM611, режим с частотой вращения $n=2000 \text{ мин}^{-1}$ и нагрузкой, соответствующей среднему эффективному давлению $p_e=0,4 \text{ МПа}$)

их производные – метиловый, этиловый и бутиловый эфиры [13, 19, 20]. Несмотря на проблемы, возникающие при работе дизелей на растительных маслах (их высокая вязкость, а также возникающие при длительной работе на этих маслах коксование распылителей и деталей, образующих камеру сгорания, нарушение подвижности поршневых колец), продолжают исследования работы дизелей на этих биотопливах и их смесях с другими топливами [19-24]. Исследованы следующие растительные масла: рапсовое, подсолнечное, соевое, пальмовое и кокосовое, арахисовое, оливковое, кукурузное, хлопковое, горчичное и другие [13, 19, 20]. Привлекательным представляется применение масел, уже использованных для приготовления пищи (фритюрные масла) [25, 26, 27].

Для условий Европы и средней полосы России наиболее привлекательным представляется использование биотоплив, производимых из рапсового масла [13, 19, 28-34]. С одного гектара посевов рапса можно получить до 1 т биотоплива. При этом рапсовое масло может применяться как самостоятельное топливо для дизелей, в смесях с дизельным топливом (ДТ), перерабатываться в метиловый, этиловый или бутиловый эфиры, которые используются также как самостоятельные биотоплива или как смесевое топливо (с дизельным или другими альтернативными топливами). В настоящее время в некоторых странах Западной Европы посевные площади, отведенные под рапс, составляют 20 % пахотных земель. Причем, рапс используется не только для производства биодизельного топлива – метилового эфира рапсового масла, но и как добавка в нефтяному ДТ.

При использовании растительных масел и их производных в качестве моторного топлива возможны два пути – централизованное и децентрализованное производство биотоплив [13, 18]. Централизованное производство моторных топлив из растительных масел заключается в переработке этих масел в сложные эфиры (метиловый, этиловый, бутиловый) с последующим их использованием в дизелях любых марок. В этом случае произведенное в фермерских хозяйствах или агропромышленных комплексах (АПК) масло поступает на завод для химической переработки, а затем на заправочные станции. Децентрализованное производство

К немногочисленным методам и средствам снижения токсичности ОГ, одновременно уменьшающим выбросы оксидов азота и дымность ОГ, относится использование водотопливных эмульсий. Исследования по этому направлению улучшения экологических показателей дизелей проведены как в нашей стране [5-8], так и за рубежом [9-12]. Целесообразным представляется использование эмульсий воды и биотоплив (растительные масла, их эфиры, спирты) [13-18]. Эти биотоплива и в чистом виде отличаются хорошими экологическими качествами, а их эмульсии с водой обладают еще более лучшими экологическими характеристиками.

Среди биотоплив, нашедших наибольшее применение в дизелях, следует выделить растительные масла и

предусматривает использование в качестве моторного топлива «чистых» растительных масел или их смесей с нефтяным дизельным топливом. Это направление применения растительных масел обычно реализуется непосредственно в АПК, где имеются их излишки и возможно использование биотоплива, которое можно произвести внутрихозяйственным способом из собственного сырья. Это позволяет комплексно использовать сельскохозяйственную продукцию и сокращать транспортные расходы. Кроме того, в этом случае исключается зависимость от поставщиков нефтепродуктов.

Известны примеры промышленного использования растительных масел как моторного топлива в различных регионах мира [13, 18]. Так, в Германии реализуется как централизованное снабжение городского автотранспорта этими биотопливами (эферы растительных масел), так и децентрализованное использование биотоплив. В качестве примера направлений использования биотоплива на рис. 2 представлены данные о его реализации в Германии. В 2006 году сбыт биодизельного топлива (метиловые эфиры растительных масел) в Германии составил 2,5 млн т, в том числе 1,01 млн т было использовано в качестве примеси к нефтяному дизельному топливу и 0,5 млн т реализовано через бензоколонки для легковых и грузовых автомобилей. Кроме этого, в качестве моторного топлива был реализован 1 млн т рапсового масла. Для легковых автомобилей, оснащенных двигателями с принудительным воспламенением рабочей смеси, используется смесь бензина и биоэтанола. При производстве такого топлива израсходовано 0,52 млн т биоэтанола.

В 2002 году в Англии поступил в продажу новый вид топлива, представляющий собой смесь нефтяного ДТ (95 %) и рапсового масла (5 %). Данный вид топлива был разработан компанией Greenergy и получил название GlobalDiesel. В стране существует Единая ассоциация биодизельных предприятий (BABI), крупнейшее из которых производит около 5 млн л топлива в год. Использование нового топлива позволяет сократить на 5 % выброс углеродистых выделений диоксида и на 28 % – количество взвешенных частиц в ОГ. При этом стоимость GlobalDiesel всего на два пенса превышала стоимость обычного дизельного топлива, а использование его не требует переделок двигателя. Заправлять этим топливом можно любой автомобиль, оснащенный дизельным двигателем.

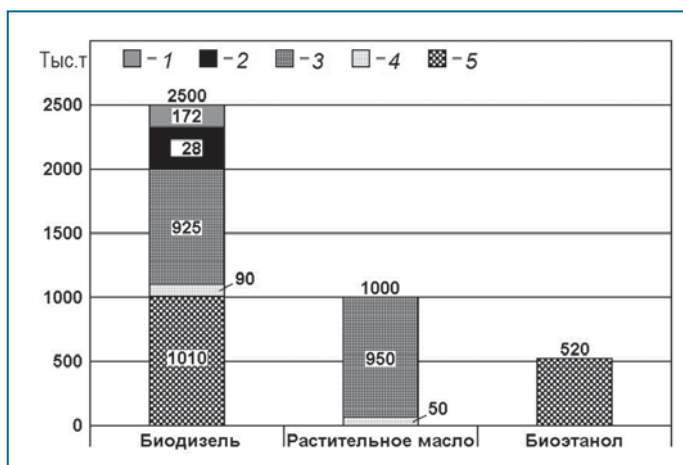


Рис. 2. Объемы и направления реализации биотоплива в Германии в 2006 году:
 1 – реализация через бензоколонки для легковых автомобилей;
 2 – реализация через бензоколонки для грузовых автомобилей;
 3 – для транспортных компаний и грузоперевозчиков;
 4 – на нужды сельского хозяйства;
 5 – в качестве добавки к традиционному нефтяному топливу

В стране существует Единая ассоциация биодизельных предприятий (BABI), крупнейшее из которых производит около 5 млн л топлива в год. Использование нового топлива позволяет сократить на 5 % выброс углеродистых выделений диоксида и на 28 % – количество взвешенных частиц в ОГ. При этом стоимость GlobalDiesel всего на два пенса превышала стоимость обычного дизельного топлива, а использование его не требует переделок двигателя. Заправлять этим топливом можно любой автомобиль, оснащенный дизельным двигателем.

В Бельгии с 2006 года разрешено заправлять автомобили рапсовым маслом. При этом фермерам разрешено продавать рапсовое масло для этих целей без ограничений. В штате Миннесота (США) выпускают биодизельное топливо, содержащее 2 % растительного (соевое) масла. В Зимбабве (Африка) общее потребление биодизельного

топлива (растительные масла и их эфиры) составляет 10 % от общего потребления дизельного топлива, а в Малайзии – 20 %.

Следует также отметить, что биотоплива на основе растительных масел нашли применение не только как моторные топлива для городского автомобильного парка и различных сельскохозяйственных машин. Все более широкое применение эти топлива получают на железнодорожном транспорте, а также в стационарных энергетических установках. В работе [35] описана дизельная электростанция, построенная предприятием Sereal Docks на севере Италии в провинции Виченса. В состав электростанции входят два энергоблока на базе двигателей типа 9L 27/38 производства MAN Diesel SE. Электрическая мощность каждого энергоблока – 2,6 МВт. Основным топливом для этой станции является пальмовое масло, поставляемое из Малайзии. Ежедневный расход пальмового масла составляет 15 т на каждый из двух двигателей. Пальмовое масло поставляется на станцию полностью очищенным и готовым для подачи в двигатели. Для запуска двигателей используется рапсовое масло, обладающее лучшими низкотемпературными свойствами.

Некоторые из проблем, возникающих при длительной работе дизелей на растительных маслах (в первую очередь – коксование распылителей), можно решить использованием эмульгированных биотоплив, в частности эмульсий рапсового масла и воды. Кроме того, как отмечено выше, эти эмульсии обладают улучшенными экологическими характеристиками по сравнению с самими растительными маслами. Это подтверждается проведенными исследованиями дизелей на эмульсиях растительных масел и их производных с водой [36-38]. Однако в этих исследованиях недостаточное внимание уделено вопросам влияния свойств этих эмульсий на показатели токсичности ОГ дизелей.

Для оценки параметров и характеристик дизеля, работающего на эмульсии рапсового масла с водой, проведены исследования на экспериментальном стенде. Основным элементом экспериментального стенда являлся дизель типа Д-243 (4 Ч 11/12,5) производства Минского моторного завода (ММЗ). При создании этого стенда использована серийно выпускаемая на ММЗ дизель-генераторная установка, вырабатывающая переменный электрический ток. В этой установке в качестве первичного двигателя использован упомянутый дизель типа Д-243. В состав установки входил также электрический генератор переменного тока типа ЕСО-ЕСР производства фирмы RINA (Италия). При экспериментальных исследованиях вырабатываемая электрогенератором электроэнергия потреблялась тремя тепловентиляторами, максимальная мощность каждого из которых составляет 12 кВт (эти тепловентиляторы могут также работать с электрической нагрузкой, равной 6 кВт). Таким образом, возможна реализация шести нагрузочных режимов с эффективной мощностью 0 (режим холостого хода), 6, 12, 18, 24, 30 и 36 кВт (режим максимальной мощности).

Исследуемый дизель без наддува типа Д-243 имел номинальную мощность $N_e=36$ кВт при частоте вращения коленчатого вала $n=1500$ мин⁻¹. В дизеле использована камера сгорания в поршне типа ЦНИДИ (рис. 3) и организовано объемно-плечное (пристеночное) смесеобразование. Некоторые параметры дизеля приведены в табл. 2. Разработанный стенд позволяет исследовать работу дизеля на нефтяном дизельном топливе, различных жидких альтернативных топливах (включая эмульгированные), а также на различных газообразных топливах (природный газ, нефтяные попутные газы, биогаз) с запальной дозой дизельного топлива. Для конвертирования этого двигателя на газовые топлива

был разработан топливный насос высокого давления (ТНВД) с системой регулирования подачи газа и запального топлива [39, 40]. Этот насос позволяет реализовать работу двигателя как по газодизельному циклу (газовое топливо и запальная доза нефтяного дизельного топлива), так и по чисто дизельному циклу (нефтяное ДТ, различные жидкие альтернативные топлива, включая эмульгированные).

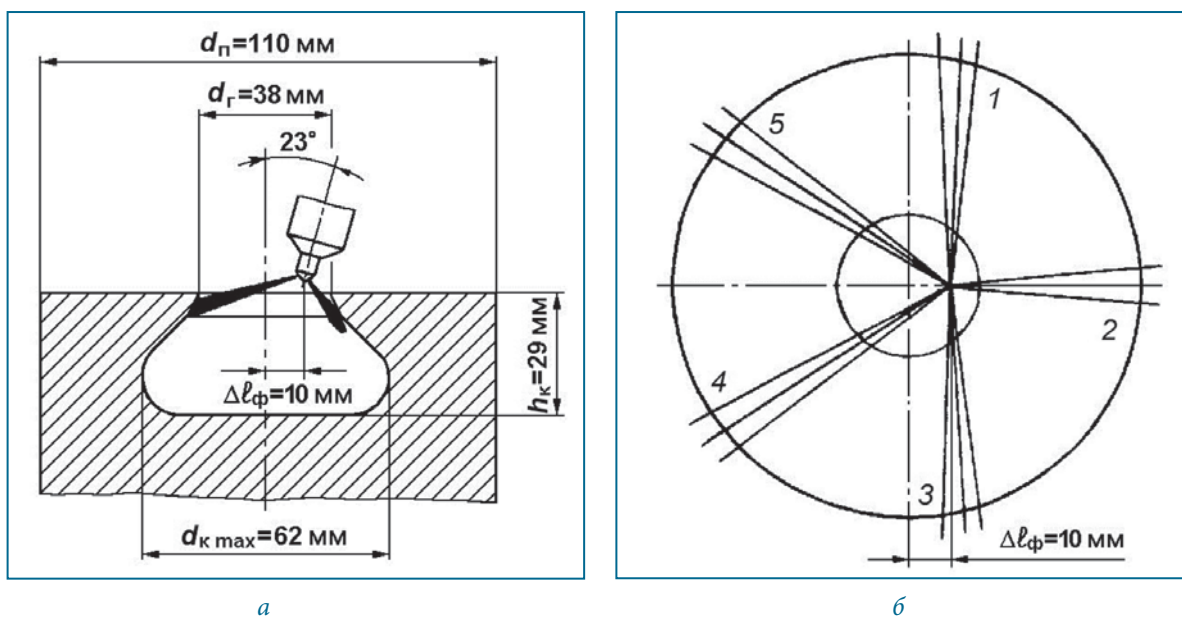


Рис. 3. Камера сгорания дизеля типа Д-243 со схемой расположения форсунки (а) и ориентация струй распыляемого топлива в камере сгорания (б):
1, 2, 3, 4, 5 – номера струй распыляемого топлива

Исследования проведены в нормальных климатических условиях при температуре окружающего воздуха 20 ± 10 °С, относительной влажности воздуха от 45 до 80 % и атмосферном давлении от 630 до 800 мм рт. ст. (от 84 до 107 кПа). При экспериментах определялись эффективная мощность двигателя N_e и частота вращения коленчатого вала n , расходы воздуха, жидкого и газообразного топлива, некоторые дополнительные параметры, необходимые для вычисления показателей топливной экономичности двигателя, показатели дымности и токсичности его отработавших газов, а также ряд ограничительных параметров. Дымность ОГ измерялась с помощью дымомера «Инфракар Д1.01» предприятия «Западприбор» (г. Москва) с погрешностью измерения ± 1 %. Концентрации в ОГ нормируемых токсичных компонентов (оксиды азота NO_x , монооксид углерода CO, легкие несгоревшие углеводороды СН) определялись газоанализатором «Инфракар 5М-3.01» предприятия «Западприбор» с погрешностями измерения указанных компонентов ± 1 %.

При проведении экспериментальных исследований использовалось нефтяное ДТ марки «Л» по ГОСТ 305–82 и эмульсия 90 % рапсового масла и 10 % воды, приготовленная с использованием роторного эмульгатора (диспергатор), разработанного ООО «Промсервис», (г. Щелково Московской обл.). Время диспергирования составляло 20 мин. Поверхностно-активные (эмульгирующие) вещества в полученную эмульсию не добавлялись. Свойства испытываемых топлив приведены в табл. 3.

Таблица 2
Конструктивные и эксплуатационные параметры дизеля Д-243

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Общий рабочий объем iV_h , л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ (Центральный научно-исследовательский дизельный институт), объемно-пленочное смесеобразование
Система наддува	Дизель не оснащен системой наддува
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	1500
Номинальная мощность N_e , кВт	36
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа PP4M10U1f фирмы Motorpal с центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов L_n , мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_p=0,34$ мм и проходным сечением $\mu_p f_p=0,250$ мм ²
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фo}$, МПа	21,5

На моторном стенде дизель типа Д-243 исследован на режимах предельной регуляторной характеристики, формируемой регулятором при частоте вращения коленчатого вала $n=1500 \text{ мин}^{-1}$, которые являются штатными режимами дизель-генераторной установки, вырабатывающей переменный электрический ток. Этот ток удовлетворял требованиям, предъявляемым к электрическому току промышленных сетей. Наклон регуляторной характеристики (ее степень неравномерности δ) дизеля был равен $\delta = 3,7 \%$, что приводило к увеличению частоты вращения коленчатого вала с номинального значения (примерно равного $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ на режиме с полной нагрузкой $N_e=36 \text{ кВт}$) до уровня, примерно равного $n=1550 \text{ мин}^{-1}$ на режиме холостого хода ($N_e=0 \text{ кВт}$). При испытаниях угол опережения впрыскивания топлива был установлен равным $\theta=13^\circ \text{ПКВ}$ (поворот коленчатого вала) до верхней мертвой точки (ВМТ).

Некоторые результаты испытаний дизеля на нефтяном дизельном топливе и на эмульсии рапсового масла с водой с содержанием последней 10 % (об.) приведены в табл. 4. На режиме с полной нагрузкой часовой расход нефтяного ДТ составлял 8,89 кг/ч (см. табл. 4 и рис. 3). Теплотворная способность (низшая теплота сгорания) исследуемой эмульсии 90 % РМ и 10 % воды более чем на 20 % ниже аналогичного показателя нефтяного ДТ (см. табл. 3). В связи с этим при переводе дизеля на это эмульгированное топливо потребовалась регулировка упора максимальной подачи топлива ТНВД с целью поддержания примерного постоянства номинальной мощности дизеля на уровне 34,4...34,6 кВт. В результате на режиме с полной нагрузкой часовой расход эмульгированного топлива был равен 11,70 кг/ч (см. табл. 4 и рис. 3).

Таблица 3

Физико-химические свойства моторных топлив

Физико-химические свойства	Топлива		
	ДТ	РМ	Эмульсия 90% РМ и 10% воды
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830	916	925
Вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,8	75,0	30,0
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	42,5	37,3	33,5
Цетановое число	45	36	32
Температура самовоспламенения, °С	250	318	360
Массовое содержание, %			
С	87,0	77,0	68,6
Н	12,6	12,0	10,7
О	0,4	11,0	9,8
Н ₂ О	-	-	10,9
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	12,5	11,1

Примечание: приведены объемные значения компонентов эмульсии;
ДТ – дизельное топливо марки «Л» по ГОСТ 305-82; РМ – рапсовое масло.

Таблица 4

Часовые расходы топлива G_T , воздуха $G_{\text{возд}}$, температуры воздуха во впускном коллекторе $t_{\text{возд вп}}$ и охлаждающего воздуха генератора $t_{\text{возд ген}}$, коэффициент избытка воздуха α дизеля Д-243

№№ режимов	n , мин ⁻¹	N_e , кВт	G_T , кг/ч	$G_{\text{возд}}$, кг/ч	$t_{\text{возд вп}}$, °С	$t_{\text{возд ген}}$, °С	l_o , кг/кг	α
Работа на нефтяном дизельном топливе								
1	1455	34,4	8,89	194	31,5	30	14,3	1,53
2	1476	26,8	6,48	196	30,0	28	14,3	2,12
3	1488	21,2	5,21	200	29,5	26	14,3	2,68
4	1509	13,3	3,70	200	28,4	26	14,3	3,78
5	1527	7,8	2,71	210	33,9	30	14,3	5,42
6	1578	0	2,25	224	25,5	24	14,3	6,96
Работа на эмульсии 90% рапсового масла и 10% воды								
1	1446	34,6	11,70	190	27,5	26	11,1	1,46
2	1485	27,0	8,40	200	26,3	25	11,1	2,15
3	1503	21,4	6,89	200	25,8	24	11,1	2,62
4	1521	13,2	5,23	210	24,8	24	11,1	3,62
5	1545	7,6	4,10	210	23,8	23	11,1	4,61
6	1581	0	3,06	220	23,7	23	11,1	6,48

По представленным в табл. 4 и на рис. 4 показателям часовых расходов топлива G_T и воздуха $G_{\text{возд}}$ определены значения коэффициента избытка воздуха α исследуемого дизеля. При этом использована общепринятая формула расчета этого коэффициента [41]:

$$\alpha = \frac{G_{\text{возд}}}{l_o G_T},$$

где $l_o = L_o \cdot \mu_v$ – количество воздуха [кг воздуха/кг топлива], необходимое для сгорания 1 кг топлива, которое равно: для ДТ $l_o=14,3$; для эмульсии 90 % рапсового масла и 10 % воды $l_o=11,1$ (см. табл. 3); $\mu_v = 28,93$ – молекулярная масса воздуха.

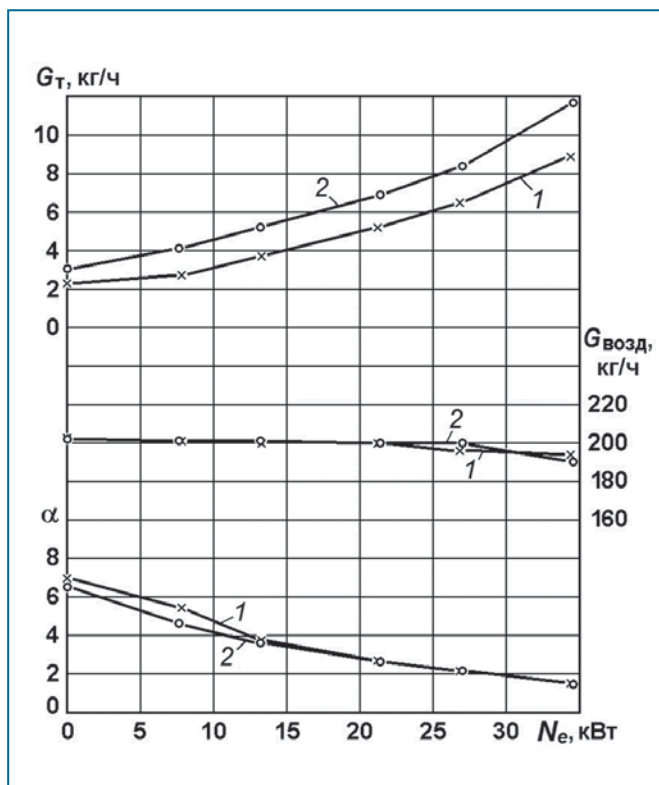


Рис. 4. Зависимость часовых расходов топлива G_T , воздуха $G_{\text{возд}}$ и коэффициента избытка воздуха α от эффективной мощности N_e дизеля Д-243, работающего на режимах предельной регуляторной характеристики при $n_{\text{ном}} = 1500 \text{ мин}^{-1}$ на различных топливах:
 1 – нефтяное ДТ;
 2 – эмульгированное топливо

расход топлива g_e дизеля определен по известной формуле [41]:

$$g_e = \frac{G_T}{N_e} .$$

Приведенные в табл. 5 и на рис. 5 данные свидетельствуют о том, что при работе на эмульсии 90 % РМ и 10 % воды удельный эффективный расход топлива g_e оказался выше, чем при использовании нефтяного ДТ. Это объясняется пониженной теплотворной способностью эмульгированного топлива (33,5 МДж/кг) по сравнению с нефтяным ДТ (42,5 МДж/кг, см. табл. 3). На режимах холостого хода (при $N_e=0$) значения g_e стремятся к бесконечности, поскольку крутящий момент на выходном валу дизеля стремится к нулю. По данным рис. 5 можно отметить наличие минимума удельного эффективного расхода g_e на режимах с эффективной мощностью, примерно равной $N_e=27 \text{ кВт}$. Наименьший удельный эффективный расход топлива $g_e=241,8 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ соответствует работе дизеля на нефтяном ДТ на режиме с эффективной мощностью $N_e=26,8 \text{ кВт}$ при $n=1476 \text{ мин}^{-1}$.

Количество воздуха L_o [кмоль воздуха/кг топлива], необходимое для сгорания 1 кг топлива, определялось по формуле

$$L_o = \frac{1}{0,21} (C/12 + H/4 - O/32) ,$$

где С, Н и О – массовые доли атомов углерода, водорода и кислорода в молекулах топлива.

Рассчитанные значения коэффициента избытка воздуха α (см. табл. 4 и рис. 4) свидетельствуют о том, что при увеличении нагрузки на дизель (при росте эффективной мощности N_e) коэффициент избытка воздуха монотонно уменьшается. Минимальные значения α соответствуют режиму максимальной мощности: при работе на нефтяном ДТ это минимальное значение равно $\alpha=1,53$, а при работе на эмульсии 90 % РМ и 10 % воды – $\alpha=1,46$. В целом, необходимо отметить близкий характер зависимостей коэффициента избытка воздуха α от эффективной мощности N_e для двух исследуемых топлив.

На основании полученных при испытаниях значений расходов исследуемых топлив и мощностных показателей исследуемого дизеля определены показатели его топливной экономичности. При этом удельный эффективный

Таблица 5

**Удельный эффективный расход топлива g_e ,
низшая теплота сгорания топлив, эффективный КПД η_e
и дымность ОГ K_x дизеля Д-243**

№№ режимов	n , мин ⁻¹	N_e , кВт	G_e , кг/ч	g_e , г/(кВт·ч)	H_U , МДж/кг	η_e	K_x , % (Хартридж)
Работа на нефтяном дизельном топливе							
1	1455	34,4	8,89	258,4	42,5	0,328	55,0
2	1476	26,8	6,48	241,8	42,5	0,350	18,3
3	1488	21,2	5,21	245,8	42,5	0,345	5,7
4	1509	13,3	3,70	278,2	42,5	0,304	3,6
5	1527	7,8	2,71	347,4	42,5	0,244	2,6
6	1578	0	2,25	–	42,5	–	1,5
Работа на эмульсии 90% рапсового масла и 10% воды							
1	1446	34,6	11,70	338,2	33,5	0,318	40,5
2	1485	27,0	8,40	311,1	33,5	0,345	10,5
3	1503	21,4	6,89	322,0	33,5	0,334	5,2
4	1521	13,2	5,23	396,2	33,5	0,271	3,2
5	1545	7,6	4,10	539,5	33,5	0,199	2,1
6	1581	0	3,06	–	33,5	–	1,3

Необходимо отметить, что этот показатель топливной экономичности двигателя g_e не учитывает различной теплотворной способности используемых топлив. Поэтому для сравнительной оценки эффективности процесса сгорания для различных топлив предпочтительнее использовать эффективный КПД дизеля η_e , в формулу для определения которого входит низшая теплота сгорания H_U этих топлив. При обработке результатов экспериментальных исследований расчет эффективного КПД η_e дизеля проводился с учетом различной теплотворной способности топлив по выражению [41]

$$\eta_e = \frac{3600}{H_U g_e}.$$

Рассчитанные по этой формуле значения эффективного КПД η_e представлены в табл. 5 и на рис. 5. На режимах холостого хода (при $N_e=0$)

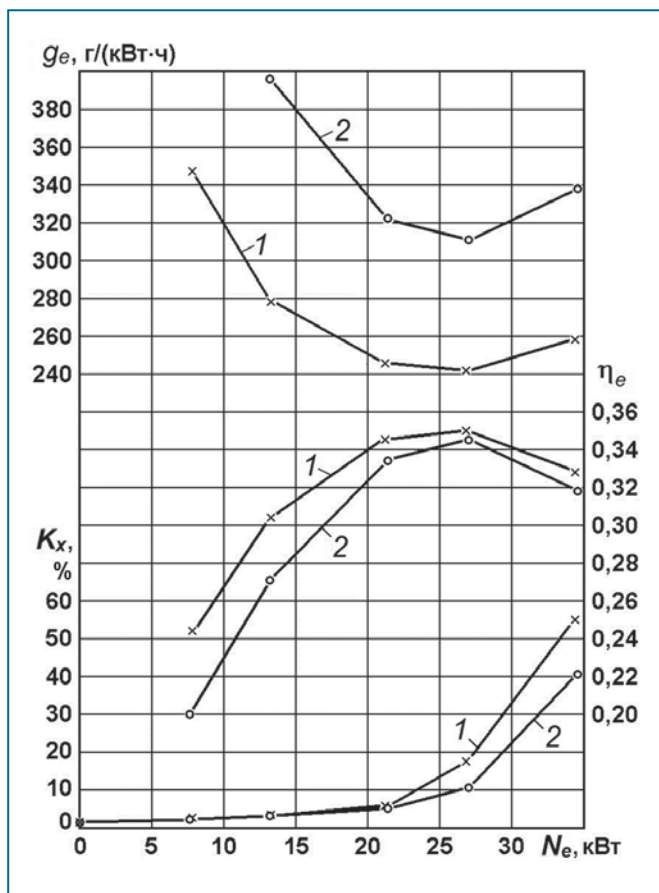


Рис. 5. Зависимость удельного эффективного расхода топлива g_e , эффективного КПД η_e и дымности ОГ K_x от эффективной мощности N_e дизеля Д-243, работающего на режимах предельной регуляторной характеристики при $n_{ном}=1500 \text{ мин}^{-1}$ на различных топливах: 1 – нефтяное ДТ; 2 – эмульгированное топливо

мерима. Это обусловлено значительным избытком кислорода в рабочей смеси – коэффициент избытка воздуха $\alpha > 2$. На режимах с высокими нагрузками начинает сказываться недостаток кислорода в рабочей смеси. В связи с этим на режиме с полной нагрузкой (при $N_e=34,4...34,6 \text{ кВт}$) отмечена наибольшая дымность ОГ – при использовании нефтяного ДТ $K_x=55,0 \%$ по шкале Хартриджа, а в газодизельном цикле $K_x=40,5 \%$ по той же шкале. Таким образом, на этом режиме переход от нефтяного ДТ к эмульгированному топливу приводит к снижению дымности ОГ на 26,4 %.

Указанный переход от нефтяного ДТ к эмульгированному топливу оказывает влияние и на содержание в ОГ других компонентов (табл. 6, рис. 6 и 7). Эти показатели также в значительной степени зависят от нагрузки на двигатель – от его эффективной мощности N_e .

При переводе дизеля типа Д-243 с нефтяного ДТ к эмульсии 90 % РМ и 10 % воды отмечено увеличение концентрации кислорода C_{O_2} в ОГ (см. табл. 6 и рис. 6).

эффективный КПД дизеля η_e стремится к нулю. По мере увеличения нагрузки эффективный КПД η_e повышается и при эффективной мощности, примерно равной $N_e=27 \text{ кВт}$, достигает своего максимума. Наибольший эффективный КПД двигателя $\eta_e=0,35$ соответствует работе дизеля на нефтяном ДТ на режиме с эффективной мощностью $N_e=26,8 \text{ кВт}$ при $n=1476 \text{ мин}^{-1}$.

Полученные данные по эффективному КПД η_e свидетельствуют о том, что по эффективности процесса сгорания работа дизеля на эмульсии 90 % РМ и 10 % воды несколько уступает работе на нефтяном ДТ. Вместе с тем на режиме с наибольшей эффективностью процесса сгорания при эффективной мощности, примерно равной $N_e=27 \text{ кВт}$, разница в значениях эффективного КПД η_e составляет лишь 1,4 %, что соизмеримо с точностью определения расхода топлива.

Полученные экспериментальные данные по показателям дымности ОГ исследуемого дизеля (см. табл. 5 и рис. 5) показывают, что использование эмульсии 90 % РМ и 10 % воды приводит к заметному уменьшению выброса сажи – углерода С (снижение дымности ОГ). При работе на режимах с малыми и средними нагрузками (при N_e ниже 21...22 кВт) на нефтяном ДТ и на эмульгированном топливе дымность ОГ соиз-

Это связано с большим содержанием атомов кислорода в молекулах РМ (11 % у РМ против 0,4 % у ДТ, см. табл. 3). По этой же причине переход от нефтяного ДТ к эмульгированному топливу сопровождается уменьшением содержания углекислого газа (диоксид углерода) C_{CO_2} в ОГ исследуемого дизеля.

Полученные экспериментальные данные показывают, что использование эмульгированного топлива приводит к заметному снижению выброса основного газообразного токсичного компонента ОГ дизеля – оксидов азота C_{NO_x} (см. табл. 6 и рис. 7). Наибольшее содержание оксидов азота в ОГ дизеля Д-243 отмечено на режиме с нагрузкой, соответствующей $N_e=26...27$ кВт. При работе на этом режиме переход от нефтяного ДТ к эмульсии 90 % РМ и 10 % воды приводит к снижению содержания оксидов азота в ОГ C_{NO_x} с 1440 до 1317 ppm, то есть на 8,5 %. Отмеченная тенденция снижения эмиссии оксидов азота характерна и для других нагрузочных режимов исследуемого дизеля. Такое снижение выброса оксидов азота при работе на эмульгированном топливе обусловлено снижением максимальных температур сгорания за счет высокой теплоты испарения воды.

Снижение температур сгорания при работе дизеля на эмульгированном топливе уменьшает эффективность процесса сгорания. В результате на всех исследованных нагрузочных режимах при переходе от нефтяного ДТ к эмульсии 90 % РМ и 10 % воды отмечен повышенный выброс продукта неполного сгорания топлива – монооксида углерода СО (см. табл. 6 и рис. 7). Минимальное содержание СО в ОГ отмечено на наиболее экономичном режиме, соответствующем эффективной мощности $N_e=26...27$ кВт. Причем, при работе на этом режиме на нефтяном ДТ содержание монооксида углерода СО в ОГ было равно 0,37 %, а при работе на эмульгированном топливе – 0,64 %.

Вместе с тем необходимо отметить, что монооксид углерода СО имеет значительно меньшую токсикологическую значимость по сравнению с другими токсичными компонентами ОГ дизелей. Как говорилось выше, в соответствии с данными работы [2] токсикологическая значимость монооксида углерода СО, оксидов азота NO_x , легких несгоревших углеводородов СН, сажи – углерода С (твердые частицы) и оксидов серы SO_x оценивается как отношение 1 : 41,1 : 3,16 : 200 : 22. Кроме того, выброс СО значительно снижается при использовании средств очистки ОГ (установка нейтрализаторов) [2, 7, 42].

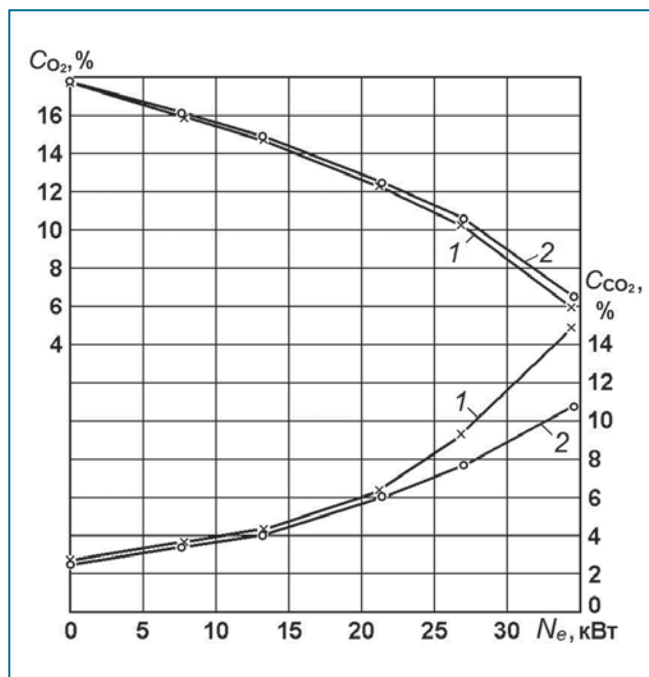


Рис. 6. Зависимость объемных концентраций в ОГ кислорода C_{O_2} и углекислого газа (диоксид углерода) C_{CO_2} от эффективной мощности N_e дизеля Д-243, работающего на режимах предельной регуляторной характеристики при $n_{ном} = 1500 \text{ мин}^{-1}$ на различных топливах:
1 – нефтяное ДТ;
2 – эмульгированное топливо

Таблица 6

Объемные концентрации кислорода C_{O_2} ,
диоксида углерода C_{CO_2} , оксидов азота C_{NO_x} ,
монооксида углерода C_{CO} ,
углеводородов C_{CH} в ОГ дизеля Д-243

№№ режимов	n , мин ⁻¹	N_e , кВт	C_{O_2} , %	C_{CO_2} , %	C_{NO_x} , ppm	C_{CO} , %	C_{CH} , ppm
Работа на нефтяном дизельном топливе							
1	1455	34,4	5,96	14,90	1087	0,040	17
2	1476	26,8	10,23	9,34	1440	0,037	13
3	1488	21,2	12,26	6,38	1079	0,041	20
4	1509	13,3	14,70	4,27	630	0,045	28
5	1527	7,8	15,87	3,65	461	0,050	38
6	1578	0	17,70	2,75	203	0,057	49
Работа на эмульсии 90% рапсового масла и 10% воды							
1	1446	34,6	6,48	10,73	943	0,068	8
2	1485	27,0	10,60	7,70	1317	0,064	5
3	1503	21,4	12,43	6,04	1033	0,071	9
4	1521	13,2	14,87	4,00	580	0,082	15
5	1545	7,6	16,08	3,39	415	0,095	22
6	1581	0	17,80	2,45	191	0,109	30

Примечание: для C_{O_2} и C_{CO_2} указано их объемное процентное содержание в ОГ; ppm – миллионные объемные доли C_{NO_x} , C_{CO} , C_{CH} .

Основным компонентом исследуемого эмульгированного топлива является рапсовое масло, в котором отсутствуют легкие углеводородные соединения. В связи с этим при его сгорании отмечена очень низкая эмиссия легких углеводородов СН (см. табл. 6 и рис. 7). Причем минимум содержания несгоревших углеводородов в ОГ дизеля Д-243 соответствует нагрузочному режиму с эффективной мощностью $N_e=26...27$ кВт. На этом режиме перевод дизеля с нефтяного ДТ на эмульсию 90 % РМ и 10 % воды сопровождается уменьшением концентрации углеводородов в ОГ C_{CH} с 13 до 5 ppm.

В целом анализ характеристик выбросов токсичных компонентов ОГ исследуемого дизеля показал, что при его переводе с нефтяного ДТ на эмульгированное топливо отмечено заметное улучшение его экологических показателей. При этом эмиссия двух наиболее значимых токсичных компонентов ОГ дизелей – оксидов азота и сажи (дымность ОГ) – заметно снижается. На исследованных режимах с высокой нагрузкой ($N_e > 26 \dots 27$ кВт) перевод дизеля Д-243 с нефтяного ДТ на эмульсию 90 % РМ и 10 % воды сопровождается уменьшением содержания в ОГ оксидов азота C_{NO_x} на 8...13 % и снижением дымности ОГ K_x на 26...42 %. Во всем диапазоне исследованных нагрузочных режимов такой переход позволяет снизить концентрацию в ОГ несгоревших углеводородов C_{CH} в 1,5-2,5 раза. Отмеченный при испытаниях дизеля Д-243 на эмульгированном топливе рост выбросов монооксида углерода СО может быть легко устранен путем установки в выпускной системе двигателя каталитического нейтрализатора, эффективно очищающего ОГ от содержащегося в них монооксида углерода.

В целом проведенные экспериментальные исследования подтвердили перспективность использования эмульгированного биотоплива – эмульсии рапсового мала и воды для питания дизеля. В этом случае можно полностью отказаться от топлив, получаемых из ископаемых сырьевых ресурсов (нефть и природный газ), и заместить их возобновляемыми биотопливами.

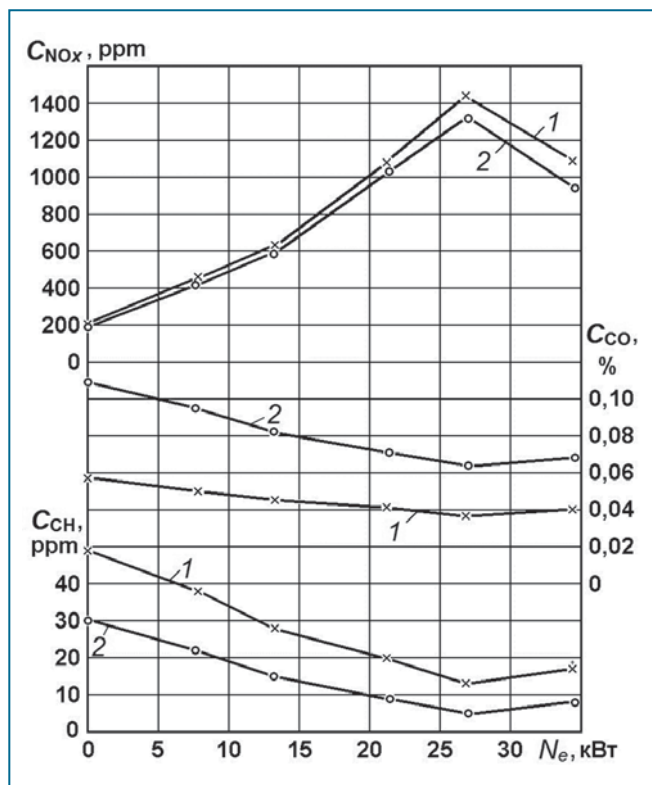


Рис. 7. Зависимость объемных концентраций в ОГ оксидов азота C_{NO_x} , монооксида углерода C_{CO} и легких несгоревших углеводородов C_{CH} от эффективной мощности N_e дизеля Д-243, работающего на режимах предельной регуляторной характеристики при $n_{ном} = 1500 \text{ мин}^{-1}$ на различных топливах:
1 – нефтяное ДТ;
2 – эмульгированное топливо

Использованные источники

1. Машиностроение. Энциклопедия. Том IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, Н.А. Иващенко. – М.: Машиностроение, 2013. – 784 с.
2. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
3. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для ВУЗов. Второе издание. – М.: Легион-Автодата, 2005. – 344 с.

4. Оценка и контроль выбросов дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей / В.А. Звонов, Г.С. Корнилов, А.В. Козлов и др. – М.: Прима-Пресс-М, 2005. – 312 с.
5. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2012. – 791 с.
6. Лерман Е.Ю., Гладков О.А. Высококонцентрированные водотопливные эмульсии – эффективное средство улучшения экологических показателей легких быстроходных дизелей // Двигателестроение. – 1986. – № 10. – С. 35-37.
7. Лиханов В.А., Сайкин А.М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. – М.: Колос, 1994. – 224 с.
8. Малов Р.В., Пекшев В.В. Эмульгирование топлива и экологические характеристики дизеля // Автомобильная промышленность. – 1992. – № 8. – С. 15-18.
9. Hountalas D.T., Mavropoulos G.C., Zannis T.C. et al. Use of Water Emulsion and Intake Water Injection as NO_x Reduction Techniques for Heavy Duty Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. – 2006. – № 2006-01-1414. – P. 1-15.
10. Kee S.-S., Mohammadi A., Hirano H. Experimental Study on Combustion Characteristics and Emissions Reduction of Emulsified Fuels in Diesel Combustion Using a Rapid Compression Machine // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-1792. – P. 1-8.
11. Jin-Yuan Syu, Yuan-Yi Chang, Chao-Heng Tseng et al. Effects of Water-Emulsified Fuel on a Diesel Engine Generator's Thermal Efficiency and Exhaust // Journal of the Air and Waste Management Association. – 2016. – № 11. – P. 970-978.
12. Park J.W., Huh K.Y., Lee J.H. Reduction of NO_x, Smoke and Brake Specific Fuel Consumption with Optimal Injection Timing and Emulsion Ratio of Water-Emulsified Diesel // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. – 2001. – Vol. 215. – P. 83-93.
13. Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А., Гайдар С.М. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания. – М.: НИЦ «Инженер», 2016. – 292 с.
14. Yoshimoto Y., Tamaki H. Reduction of NO_x and Smoke Emissions in a Diesel Engine Fueled by Biodiesel Emulsion Combined with EGR // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-0649. – P. 1-9.
15. Lin S.L., Lee W.J., Lee C.F., Chen S.J. Energy Savings and Emission Reduction of Nitrogen Oxides, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Adding Water-Containing Acetone and Neat Soybean Oil to a Diesel-Fueled Engine Generator // Energy Fuels. – 2010. – Vol. 24. – № 6. – P. 4522-4533.
16. Lee W.J., Liu Y.C., Mwangi F.K. et al. Assessment of Energy Performance and Air Pollutant Emissions in a Diesel Engine Generator Fueled with Water-Containing Ethanol-Biodiesel-Diesel Blend of Fuels // Energy. – 2011. – Vol. 36. – № 9. – P. 5591-5599.
17. Martins L.D., da S. Júnior C.R., Solci M.C., Pinto J.P. et al. Particle Emission from Heavy-Duty Engine Fuelled with Blended Diesel and Biodiesel // Environmental Monitoring and Assessment. – 2012. – Vol. 184. – P. 2663-2676.
18. Ribeiro N.M., Pinto A.C., Quintella C.M. et al. The Role of Additives for Diesel and Diesel blended (Ethanol or Biodiesel) Fuels: A Review // Energy Fuels. – 2007. – Vol. 21. – № 4. – P. 2433-2445.

19. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов и др. – М.: НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.
20. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
21. Babu A.K., Devaradjane G. Vegetable Oils and their Derivatives as Fuels for CI Engines: an Overview // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-0767. – P. 1-18.
22. Yoshimoto Y., Onodera M., Tamaki H. Performance and Emission Characteristics of Diesel Engines Fueled by Vegetable Oils // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-1807/4227. – P. 1-8.
23. Spessert B.M., Arendt I., Schleicher A. Influence of RME and Vegetable Oils on Exhaust Gas and Noise Emissions of Small Industrial Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. – 2004. – № 2004-32-0070. – P. 1-15.
24. Lapuerta M., Armas O., Ballesteros R. Diesel Particulate Emissions from Biofuels Derived from Spanish Vegetable Oils // SAE Technical Paper Series. – 2002. – № 2002-01-1657. – P. 1-7.
25. Hamasaki K., Tajima H., Takasaki K. et al. Utilization of Waste Vegetable Oil Methyl Ester for Diesel Fuel // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-2021. – P. 1-6.
26. Morimune T., Yamaguchi H., Konishi K. Exhaust Emissions and Performance of Diesel Engine Operating on Waste Food-Oil // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2000. – Vol. 66. – № 641. – P. 294-299.
27. Sendari A., Fragioudakis K., Kalligeros S., Stournas S., Lois E. Impact of Using Biodiesels of Different Origin and Additives on the Performance of a Stationary Diesel Engine // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2000. – Vol. 122. – № 4. – P. 624-631.
28. Ашпина О. Рапс – культура стратегическая // The Chemical Journal (Химический журнал). – 2005. – № 9. – С. 40-44.
29. Hemmerlein N., Korte V., Richter H. et al. Performance, Exhaust Emissions and Durability of Modern Diesel Engines Running on Rapeseed Oil // SAE Technical Paper Series. – 1991. – № 910848. – P. 1-16.
30. Krahl J., Vellguth G., Munack A. et al. Exhaust Gas Emissions and Environmental Effects by Use of Rape Seed Oil Based Fuels in Agricultural Tractors // SAE Technical Paper Series. – 1996. – № 961847. – P. 1-14.
31. Lotko W., Longwic R., Swat M. The Effect of Rape Oil – Diesel Oil Mixture Composition on Particulate Matter Emission Level in Diesel Engine // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-3388. – P. 1-4.
32. Hashimoto M., Dan T., Asano I., Arakawa T. Combustion of the Rape-Seed Oil in a Diesel Engine // SAE Technical Paper Series. – 2002. – № 2002-01-0867. – P. 1-12.
33. Yoshimoto Y., Onodera M. Performance of a Diesel Engine Fueled by Rapeseed Oil Blended with Oxygenated Organic Compounds // SAE Technical Paper Series. – 2002. – № 2002-01-2854. – P. 1-9.
34. Spessert B.M., Schleicher A. Einfluss von Biokraftstoffen auf die Abgas- und Geräuschemission kleiner Industriedieselmotoren // MTZ. – 2007. – Jg. 68. – № 3. – S. 212-221.
35. Капралов Д.А., Троицкий А.А. Электростанция на пальмовом масле работа-

ет в Италии // Турбины и дизели. – 2008. – № 4. – С. 2-7.

36. Yoshimoto Y., Onodera M., Tamaki H. Performance of a Diesel Engine Using Transesterified Fuel from Vegetable Oil (Effects of Water Emulsification) // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2001. – Vol. 67. – № 653. – P. 264-271.

37. Kinoshita E., Hamasaki K., Kitte M., Kameda A. Diesel Combustion Characteristics of Emulsified Palm Oil Methyl Ester // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2007. – Vol. 73. – № 733. – P. 1965-1971.

38. Yoshimoto Y., Tamaki H. Reduction of NO_x and Smoke Emissions in a Diesel Engine Fueled by Biodiesel Emulsion Combined with EGR // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-0649. – P. 1-9.

39. Марков В.А., Поздняков Е.Ф., Шатров В.И., Жердев А.А., Стриженов Е.М. Исследование дизельного двигателя с адсорбционной системой аккумулярования природного газа // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 3. – С. 19-34.

40. Марков В.А., Жердев А.А., Фурман В.В., Коссова Л.Е. Технологии использования попутного нефтяного газа для генерирования электроэнергии // АГЗК+АТ. – 2016. – № 11. – С. 17-25.

41. Машиностроение. Энциклопедия. Том IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, Н.А. Иващенко. – М.: Машиностроение, 2013. – 784 с.

42. Жегалин О.И., Патрахальцев Н.Н., Френкель А.И. Каталитические нейтрализаторы транспортных дизелей. – М.: Машиностроение, 1979. – 80 с.

Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

В связи с тем, что Международный научно-технический журнал Национальной газомоторной ассоциации «Транспорт на альтернативном топливе» включен в обновленный Перечень ВАКА, просьба ко всем авторам строго выполнять следующие требования при подготовке статей к публикации:

1. Все научно-технические статьи должны иметь на русском и английском языках следующие составляющие:

заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.

2. Все английские тексты следует набирать только строчными буквами, сохраняя начальные прописные буквы в именах собственных.

3. Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

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

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Объем статьи – не более 15 000 знаков с пробелами.

Представленный текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте. Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать

в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов. Текст и таблицы должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии и графические рисунки (не менее 300 dpi, CMYK) – в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопроводить их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы. При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию. В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц. Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).

Особенности конструктивных решений размещения и обслуживания накопителей энергии унифицированной машины технологического электротранспорта

Н.М. Филькин, профессор ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», д.т.н.,
С.Н. Зыков, доцент ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», к.т.н.,
Р.Ф. Шаихов, доцент ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», к.т.н.,
А.М. Татаркин, аспирант ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет»

В статье обоснована актуальность инженерной проблематики формирования, размещения и эксплуатации блока накопителей энергии унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ). Показана необходимость и обоснованность проведения предварительных проектно-аналитических работ по оценке емкостных энергетических характеристик аккумуляторных батарей различных типов, а также их геометрических и размерных показателей в рамках формирования основных требований к конструкции несущей системы машины (рама) УМТЭТ. Рассмотрена комбинированная лонжеронно-хребтовая рама как наиболее рациональная для УМТЭТ. В статье большое внимание уделяется конструкционным особенностями обслуживания и замены блока аккумуляторных батарей, поскольку это является одним из основных эксплуатационных показателей эффективности работы электрических транспортных машин.

Ключевые слова:

электрический транспорт, аккумуляторная батарея.

Разработка современных транспортных средств (ТС) является сложной проектно-конструкторской проблематикой, имеющей разноплановый проектный подход [1-3]. Электрические транспортные средства не являются исключением, и по ряду причин эксплуатационного и экологического плана год от года их создание приобретает все большую актуальность. Одной из главных задач, решаемых проектировщиками при разработке таких ТС, является оптимизация выбора, компоновки, обслуживания, зарядки и замены накопителей энергии. Все это в сумме во многом определяет эффективность работы электрических транспортных машин как таковых. Необходимость выработки специализированных инженерных подходов в свете данной проблематики представляется очевидной. Рассмотрим последовательность проектных процедур, связанных

с накопителями энергии, на примере унифицированной технологической машины электротранспорта (УМТЭТ).

На основании того, что для УМТЭТ предполагались использование электро-механической трансмиссии и установка специализированного навесного оборудования с электроприводом, а также имелись строгие массогабаритные ограничения заказчика, первичная задача заключалась в определении оптимальных показателей блока аккумуляторных батарей (АКБ), используемых для питания всех узлов и агрегатов машины.

Были сформированы общие конструкторско-технологические требования и желаемые параметры к накопителю энергии УМТЭТ.

Общие конструкторско-технологические требования:

- обеспечение установки коробов с тяговыми аккумуляторными батареями на УМТЭТ;

- электропитание разрабатываемой УМТЭТ должно осуществляться от бортового накопителя электрической энергии (тип аккумуляторной батареи – кислотный, щелочной, гелевый, литий-ионный, литий-полимерный и суперконденсаторы; базовая АКБ: емкость аккумуляторов – не менее 350/210 А·ч; напряжение питания – 48/80 В; тип – кислотный);

- применение свинцово-кислотных аккумуляторов, производимых по технологии EPzS, напряжением 48 В и энергоемкостью не менее 16 кВт·ч;

- параметры УМТЭТ: ширина грузовой платформы – не более 1300 мм, высота грузовой платформы – не более 800 мм, клиренс (дорожный просвет) – не менее 140 мм, колесная база – не менее 1150 мм;

- габаритные размеры отсеков АКБ – не более 1000×690×460 мм;

- извлечение из внутреннего пространства платформы без демонтажа встроенных узлов, а также навесного оборудования, установленного на грузовой платформе;

- масса УМТЭТ без блока аккумуляторных батарей – не более 900 кг;

- общий вес УМТЭТ – не более 1500 кг;

- обслуживание АКБ должно происходить путем легкого доступа, а возможность установки и извлечения АКБ – с помощью вилочного погрузчика.

Исходя из указанных общих ограничений к транспортному средству были определены следующие параметры блока накопителей энергии:

- суммарный вес аккумуляторных батарей должен составлять не более 600 кг;

- плотность энергии аккумуляторов – 28 Вт·ч/кг (при энергоемкости 16,8 кВт·ч);

- геометрическая емкость батарей исходя из линейных характеристик 1000×690×460 мм не должна превышать 317,4 дм³; в этом случае при обеспечении энергоемкости в 16,8 кВт·ч соответствующая удельная характеристика аккумуляторного блока должна составлять 52,93 Вт·ч/дм³;

- полная масса аккумуляторного блока – 600 кг (при емкости аккумулятора в 350 А·ч и питающем напряжении 48 В), что составляет 24 АКБ, массой по 25 кг при энергоемкости 16,8 кВт·ч;

- проектная высотная характеристика короба блока аккумуляторных батарей составляет 560 мм.

С учетом указанных выше требований к желаемым показателям накопителей энергии был осуществлен следующий этап проектных работ – выбор адаптируемых к УМТЭТ аккумуляторных батарей производства Тюменского аккумуляторного завода. Обоснованы элементы 5PzS350, 5PzS400 и 7PzS385 в качестве пригодных

для комплектования блока накопителей энергии УМТЭТ.

Наличие в конструкции электрического транспортного средства блока накопителей энергии, имеющих значительные весовые и объемные характеристики по отношению к общим габаритам УМТЭТ, определяет необходимость разработки оригинальной силовой несущей системы, предназначенной не только для размещения блока АКБ, но и дающей возможность его технического обслуживания.

Комбинированная лонжеронно-хребтовая несущая система для УМТЭТ спроектирована под изготовление из стандартных катанных профилей простой геометрии. Конструкция (рис. 1) представляет собой сложную пространственную систему, состоящую из основной рамы и надрамника, на которых базируются основные детали, агрегаты и узлы УМТЭТ.

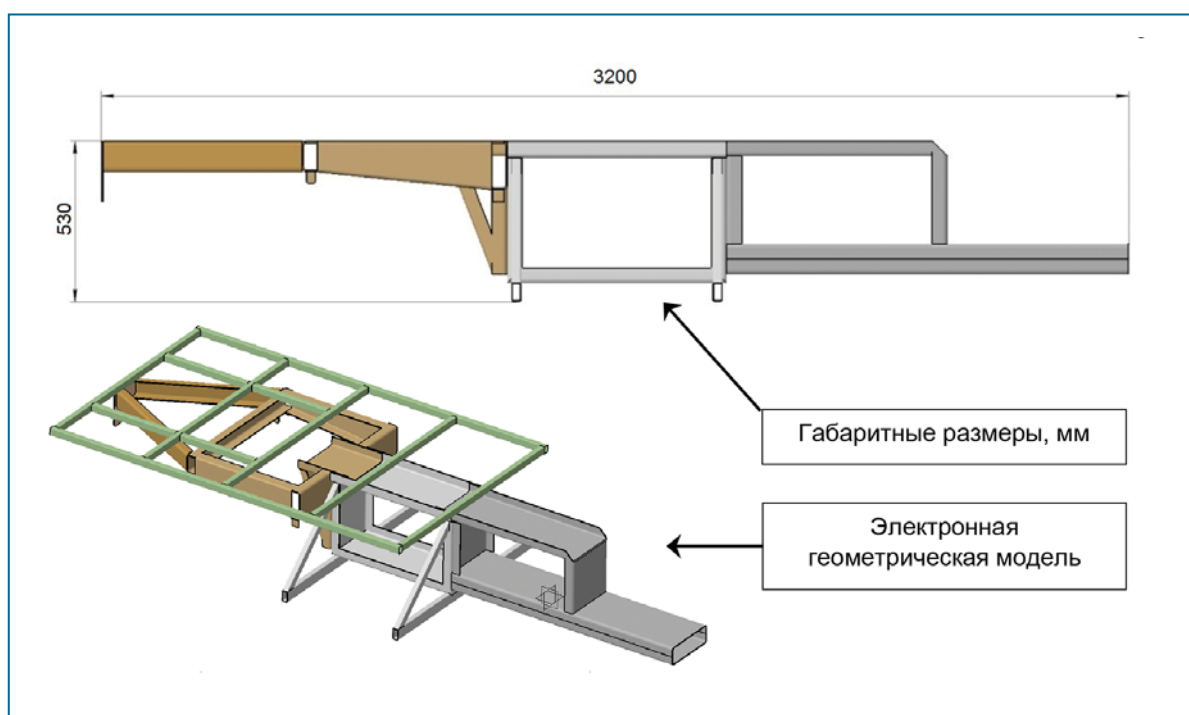


Рис. 1. Комбинированная лонжеронно-хребтовая несущая система для УМТЭТ

Преимущества комбинированной лонжеронно-хребтовой несущей системы:

- обеспечение требуемых проектных геометрических габаритов (ширина – 1180 мм; длина – 3200 мм; высота – 530 мм);
- конструкция разрабатывается из стандартных стальных металлических профилей (Ст40), что значительно удешевляет производство;
- возможность компоновки и базирования большинства узлов и агрегатов УМТЭТ (рис. 2) с допустимостью размещения аккумуляторов различных размеров;
- относительно небольшая масса несущей системы (170 кг).

Недостатки:

- для изготовления требуется специализированное оборудование, что увеличивает затраты на изготовление.

На рис. 2 показаны зоны базирования узлов и агрегатов УМТЭТ на несущей силовой раме.

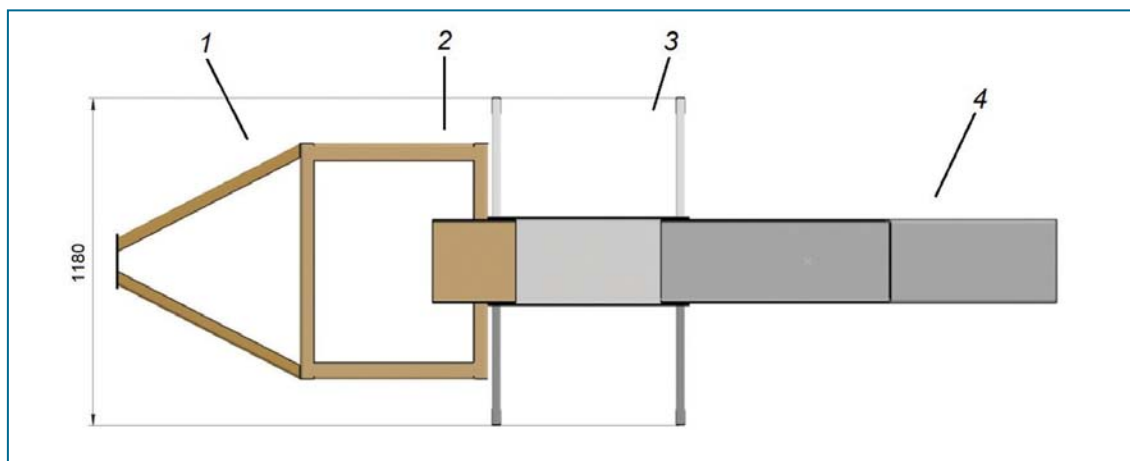


Рис. 2. Зоны базирования узлов и агрегатов УМТЭТ:
 1 – зона заднего подвесного оборудования; 2 – зона задней подвески;
 3 – зона АКБ; 4 – зона передней подвески

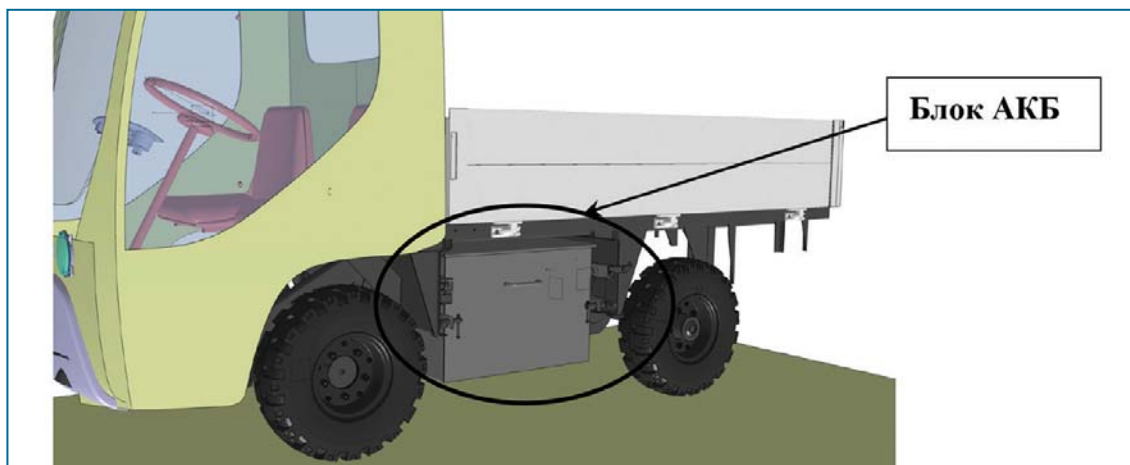


Рис. 3. Расположение аккумуляторного металлического контейнера в УМТЭТ

На рис. 2 видно, что размещение короба накопителей энергии предусмотрено в центральной части лонжеронно-хребтовой несущей рамы. Поскольку снаряженный короб имеет высокую массу, такое конструктивное пространственное позиционирование при низком околосреднем размещении значительно повышает устойчивость УМТЭТ при работе, предотвращая боковое опрокидывание.

Бесперебойная работа батареи тяговых аккумуляторов предусматривает их постоянное техническое обслуживание, организация которого является достаточно сложной инженерной задачей. Современная практика эксплуатации предусматривает стационарное размещение короба источников питания с обслуживанием и верхней выемкой аккумуляторов.

На разрабатываемой УМТЭТ батареи установлены в металлическом контейнере, который подвешен снизу на рамную несущую систему (рис. 1, 3). Аккумуляторный металлический контейнер (блок АКБ) конструктивно имеет возможность выкатывания по направляющим на обе стороны тележки для ежедневного обслуживания. Металлический контейнер может быть механически отсоединен от направляющих и извлечен для технического обслуживания вне УМТЭТ.

Извлечение и перемещение металлического контейнера в этом случае может быть произведено при помощи вилочного погрузчика или подкатной тележки. Рассмотрим технологические процедуры обслуживания в отдельности.

Ежедневное обслуживание АКБ

При ежедневном обслуживании АКБ не требуется проводить полный демонтаж металлического контейнера АКБ с УМТЭТ. Достаточно обеспечить доступ к клеммам аккумулятора. Для этого металлический контейнер оснащен двумя крышками в своей верхней части. При выдвигении металлического контейнера влево до упора обеспечивается доступ к левой половине АКБ, а при выдвигении вправо до упора – к правой половине. Чтобы провести техническое обслуживание, необходимо выполнить следующие действия:

- снять боковые декоративные элементы обвеса с обеих сторон тележки;
- ослабить по два винтовых фиксатора (рис. 4а, 1) металлического контейнера справа и слева на тележке и повернуть на 90 градусов вниз;
- на правом кронштейне повернуть вверх до упора предохранительный фиксатор (рис. 4а, 2), освободить свободное перемещение металлического контейнера влево;
- выдвинуть металлический контейнер АКБ за рукоятку влево (рис. 4б);
- открыть крышку и провести осмотр и необходимое обслуживание левой части батареи;
- закрыть левую крышку и задвинуть металлический контейнер.

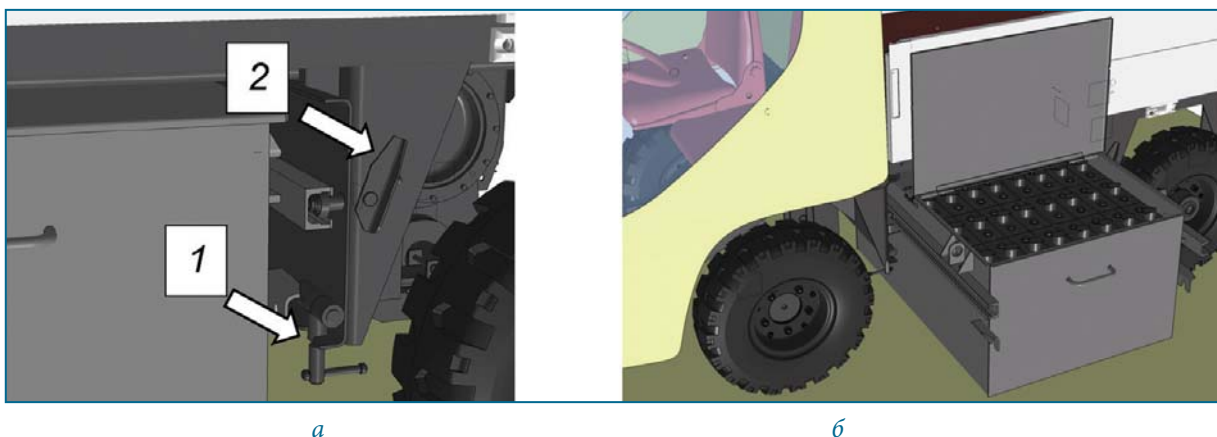


Рис. 4. Процедура выдвигения металлического контейнера без демонтажа с УМТЭТ

Для завершения обслуживания аналогичные действия проводятся с правой стороной металлического контейнера накопителей энергии УМТЭТ.

Ежемесячное обслуживание АКБ

Для ежемесячного обслуживания аккумуляторов (или их замены) требуется обеспечить к ним полный доступ. Для этих целей в конструкции УМТЭТ предусмотрена процедура облегченного демонтажа металлического контейнера АКБ с использованием подкатной тележки. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- снять боковые декоративные элементы обвеса с обеих сторон тележки;

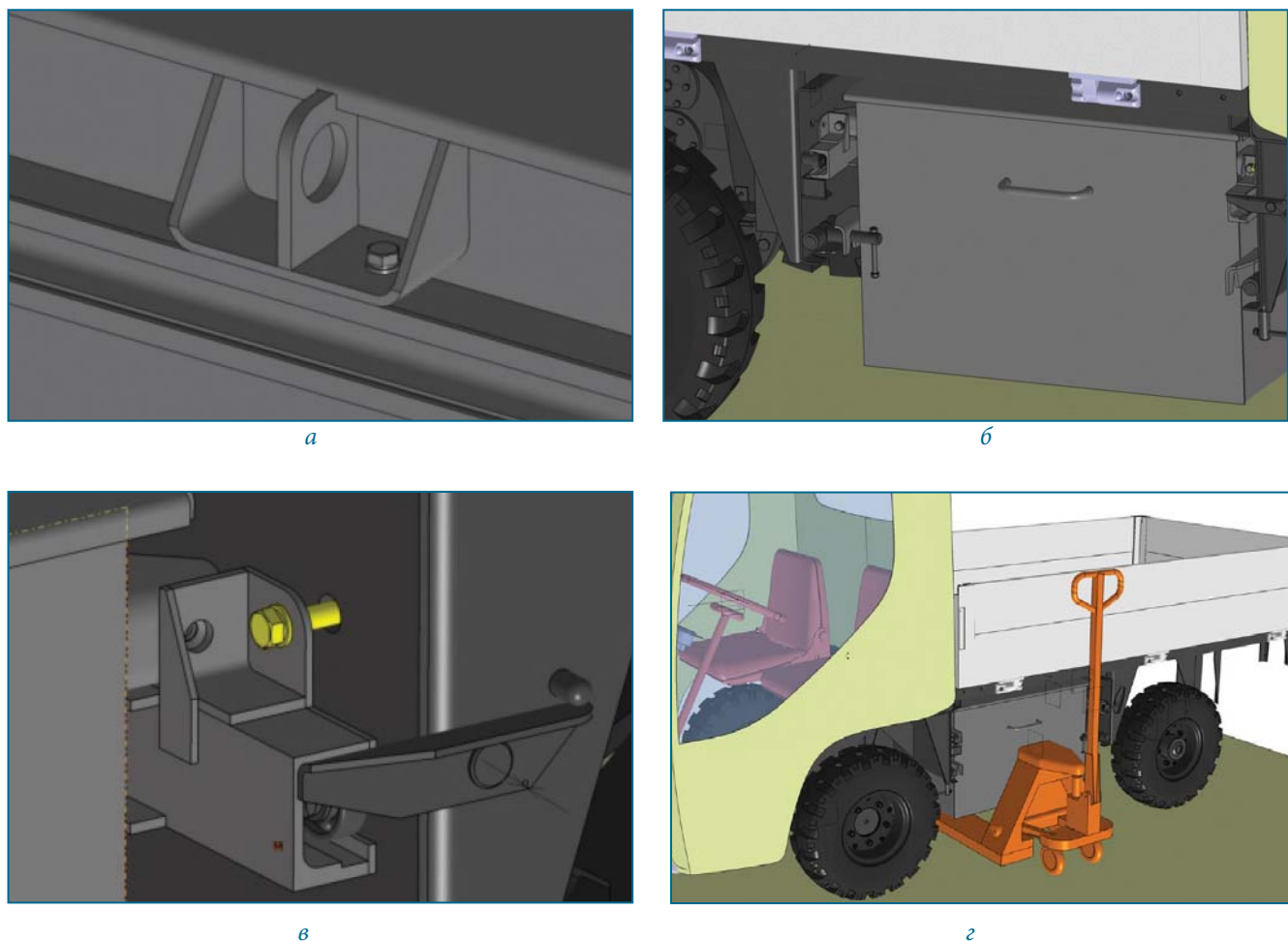


Рис. 5. Процедура демонтажа металлического контейнера АКБ с УМТЭТ

- ослабить по два винтовых фиксатора (см. рис. 4а, 1) металлического контейнера справа и слева на тележке и повернуть на 90° вниз;
- выдвинуть с левой стороны металлический контейнер до упора на направляющих и отвернуть два фиксирующих болта (рис. 5а);
- задвинуть обратно металлический контейнер на место (рис. 5б) и, отвернув два фиксирующих болта справа, вкрутить их в технологические отверстия для фиксации направляющих к раме (рис. 5в);
- вынуть металлический контейнер с АКБ из рамы с левой стороны УМТЭТ с помощью подкатной тележки (рис. 5г).

Установка металлического контейнера АКБ после технического обслуживания проводится в обратном порядке.

В качестве выводов и заключения к рассмотренным в статье особенностям конструктивных решений размещения и обслуживания накопителей энергии УМТЭТ можно последовательно указать следующие:

- тип накопителей энергии был определен на основе проектного компромисса мощностных потребностей УМТЭТ и заданных массовых и габаритных ограничений корпуса накопителей энергии (блок АКБ);

- силовая несущая рама конструкции УМТЭТ создана с учетом массогабаритных характеристик блока АКБ;

- техническое обслуживание блока АКБ УМТЭТ максимально облегчено и механизировано посредством конструкции и вспомогательных механизмов выдвижного короба, что выгодно отличает разработанный УМТЭТ от аналогичных отечественных электрических машин.

Предложенное техническое решение относится к устройствам для крепления аккумуляторных батарей, преобразующих химическую энергию в электрическую, которые могут быть использованы в перспективных наземных транспортных средствах, а именно в электрокарах технологического назначения.

Указанная задача решена посредством того, что накопитель электрической энергии содержит корпус, включающий в себя нижнюю, переднюю, заднюю и боковые стенки, с размещенным внутри него блоком аккумуляторных батарей. Отличает накопитель от известных то, что боковые стенки снабжены направляющими, установленными вдоль корпуса и выполненными в виде П-образных швеллеров, а поперек корпуса в верхней его части закреплена планка с установленной шарнирно на ней двухсекционной крышкой.

Статья профинансирована АО «Сарапульский электрогенераторный завод» и ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (договор от 1 декабря 2015 г. № 02.G25.31.0132) из средств субсидии из федерального бюджета с целью реализации комплексного проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства унифицированной машины технологического электротранспорта» в соответствии с постановлением правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы».

Использованные источники

1. Филькин Н.М. Методики оптимизации параметров конструкции энергосиловой установки транспортной машины. – Ижевск: ИжГТУ, 2001. – 79 с.

2. Филькин Н.М. Подход к структурной оптимизации конструкции гибридного автомобиля / Филькин Н.М., Голуб Т.Ю., Мазец В.К. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 2 (22) – С. 74-75.

3. Мазец В.К. Алгоритм создания легкового автомобиля, оборудованного гибридной энергосиловой установкой / Мазец В.К., Филькин Н.М. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1 (23). – С. 64-66.

Высокоточный учет сжиженных углеводородных газов в транспортных емкостях

В.И. Терешин, генеральный директор
ООО «Техносенсор» (г. Санкт-Петербург), к.т.н.,
А.С. Совлуков, профессор, гл. научный сотрудник
Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва), д.т.н.

В статье рассматриваются технические решения, обеспечивающие достоверные измерения массы сжиженных углеводородных газов (СУГ) при сливе из транспортных емкостей (автоцистерны и железнодорожные цистерны). Предлагается новый подход к калибровке резервуаров с использованием СУГ в качестве рабочей среды.

Ключевые слова:

сжиженный углеводородный газ, измерение, масса, калибровка резервуаров, измерительные системы.

Сжиженные углеводородные газы поступают с баз хранения (газонаполнительные станции и склады производителей СУГ) в газовозы, которыми развозятся по потребителям (автомобильные газозаправочные станции, газгольдеры автономного газоснабжения и групповые резервуарные установки). Газовоз развозит СУГ, как правило, по нескольким потребителям. Без учета СУГ на газовозе невозможно обеспечить достоверный сквозной учет этого продукта.

Точная и достоверная информация о массе сжиженного газа в газовозе, а также о массе принятого в газовоз и отпущенного из него продукта позволяет организовать сквозной учет движения товара и исключить возможность несанкционированных сливов СУГ из газовоза.

Для измерения массы СУГ в резервуарах наиболее часто используется косвенный метод статических измерений, при котором измеряется уровень и плотность, по градуировочной таблице вычисляется объем, масса определяется перемножением объема на плотность [1-3]. Если отойти от необходимости точного измерения плотности, то точность измерений массы можно существенно повысить.

Прямой метод статических измерений массы СУГ с применением радиочастотных датчиков реализован в измерительной системе СУ-5Д с датчиками ДЖС-7М, государственный реестр СИ № 54787-13 [4-7]. Выходной параметр датчика ДЖС-7М – общая масса СУГ, в том числе масса газообразной фазы.

Учет СУГ на газовозе может быть организован двумя способами: измерением массы СУГ в резервуаре газовоза (табл. 1), измерением массы СУГ с помощью массомера на трубопроводе (табл. 2).

Таблица 1

Измерение массы СУГ в резервуаре газовоза

Преимущества	Недостатки
Достоверный непрерывный учет. Датчик ДЖС-7m обеспечивает измерение массы СУГ с учетом массы пара с погрешностью не более $\pm 0,7\%$	Для точной работы датчика в резервуаре необходимо выполнить один раз калибровку по кориолисовому массомеру или по весам
Учет массы пара, измерение массы перепущенного по линии паровозврата пара. Измерение массы полученного и отпущенного газа	Имеются дополнительные погрешности при наклонах резервуара из-за неровности площадок
Если при отключенном питании был произведен несанкционированный слив, это сразу обнаружится при включении питания, потому что изменится масса СУГ в резервуаре газовоза	Имеется дополнительная погрешность при уровне СУГ менее 70 мм, датчик в этой зоне выдает значение массы, соответствующее уровню 70 мм
Позволяет контролировать движение газовоза. При движении и наклонах цистерны показания постоянно изменяются, при остановке – стабилизируются	Этот метод рекомендуется для внутреннего учета СУГ в компании. При коммерческом отпуске на сторону рекомендуется использовать кориолисовый массомер

Таблица 2

Измерение массы СУГ с помощью массомера на трубопроводе

Преимущества	Недостатки
Коммерческий учет отпущенного или принятого сжиженного газа	При отключенном питании возможен несанкционированный слив
Погрешность Массомера Micro Motion® F100S не более $\pm 0,2\%$	Паровая фаза должна быть перекрыта, потому что масса пара, прошедшего по линии паровозврата, не измеряется
При установке дополнительного массомера Micro Motion® на линию паровозврата обеспечивается измерение массы перепущенного пара	Измерение массы перепущенного пара может быть выполнено с помощью датчика ДЖС-7m в резервуаре газовоза, при этом необходимо остановить перекачку

Вместо кориолисового массомера может использоваться объемный счетчик LPM-200 с энкодером и плотномер ДЖС-7П. При отсутствии плотномера берется расчетное значение плотности (по составу и температуре СУГ).



Рис. 1. Система измерительная СУ-5Д-М для газозовозов

Измерительные системы

Измерительные системы СУ-5Д-М, поставляемые ООО «Техносенсор», предназначены для коммерческого учета СУГ в газозовозах (рис. 1) и для учета СУГ на автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС) и газонаполнительных станциях (ГНС). Информация от всех объектов в режиме реального времени поступает на сервер, формируются архивы и отчеты. Это позволяет организовать автоматизированный сквозной учет СУГ – масса СУГ, отпущенного с ГНС, должна совпадать с массой СУГ, залитого в газозовоз, а масса СУГ, принятого на АГЗС, должна совпадать с массой СУГ, слитого из газозовоза.

Системный блок СБ-5 устанавливается в удобном месте на цистерне газозовоза или в кабине водителя. Системный блок обеспечивает опрос датчиков, обработку информации, выдачу результатов измерений на сенсорный экран высокого разрешения, а также выдачу на сервер результатов измерений через GSM-модем в режиме реального времени. Сервер опрашивает все газозовозы и раздает информацию в режиме реального времени по сети и через интернет на удаленные ПЭВМ. Таким образом, отображаемая на экране системного блока информация дублируется на экране ПЭВМ на автозаправочной станции.

В минимальной комплектации измерительная система состоит из системного блока и датчика в резервуаре газозовоза. На экран выводится информация по запасам СУГ в резервуаре газозовоза – общая масса, масса пара и жидкости, объем, уровень, плотность пара, плотность жидкости, температура. В расширенной комплектации на трубопроводы устанавливаются кориолисовые массомеры Micro Motion®



Рис. 2. Системный блок СБ-5

или плотномер ДЖС-7П и счетчик LPM-200 с энкодером. Обеспечивается автоматизированный отпуск заданного количества СУГ.

Системный блок СБ-5 (рис. 2) выполнен в виде цельносварного металлического ящика и может эксплуатироваться на улице без дополнительной защиты от влаги и грязи. При движении газовой передняя дверка должна быть закрыта, это защищает сенсорную панель и другие элементы от грязи. Замок передней дверки защищен от грязи и имеет блокирующий штырь, на который может быть повешен дополнительный навесной замок.

Измерения проводятся постоянно, в том числе при движении газовой и закрытом шкафчике. Информация через GSM-модем в режиме реального времени поступает на сервер и раздается через интернет на удаленные ПЭВМ (на АГЗС, в территориальные филиалы и т.п.).

Подключения выполняются через герметичные кабельные вводы, расположенные на нижней стенке ящика. Питание от бортовой сети +24 В или +12 В. Потребление не более 25 Вт, в зимнее время при включении электроподогрева (включается автоматически при температуре ниже -10°C) не более 65 Вт. Датчики и энкодер подключаются через расположенный внутри системного блока СБ-5 блок искрозащиты ИЗК-3 по искробезопасному интерфейсу. К системному блоку СБ-5 может подключаться электромагнитный клапан для управления отпуском заданного количества СУГ.

Обеспечивается измерение массы СУГ в резервуаре газовой с погрешностью не более $\pm 0,7\%$ (свидетельство RU.C.28.001.A № 52215, рег. № 54787). Блок искрозащиты ИЗК-3 обеспечивает взрывобезопасность подключаемых датчиков и кабельных сетей. Вид взрывозащиты – «Искробезопасная электрическая цепь уровня $i\text{B}$ » по ГОСТ Р МЭК 60079-11–2010 (сертификат № ТС RU C-RU.ГБ08.В.00689, серия RU № 0239716).

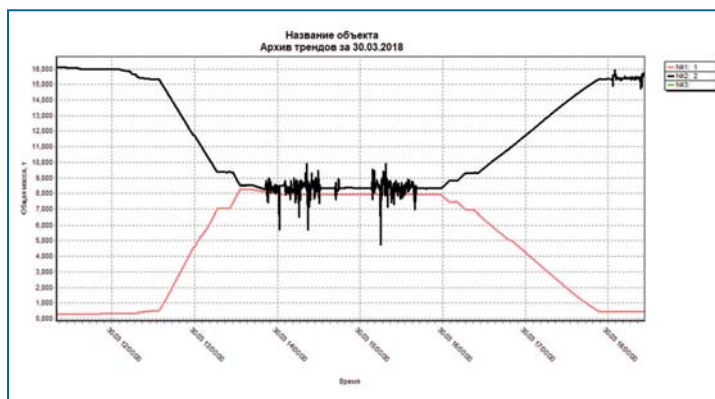
Датчики на резервуаре газовой могут устанавливаться на нижний, верхний, боковой или торцевой лючок. На нижний лючок рекомендуется устанавливать датчик ДЖС-7m. Если имеется верхний лючок, то можно устанавливать датчики ДЖС-7m или ДЖС-7Mr. На боковой или торцевой лючок с проходным отверстием 150 мм устанавливается датчик ДЖС-7Б.

На сервере в режиме реального времени собирается информация от датчиков в резервуарах газовой и в резервуарах АГЗС и ГНС. Обеспечивается выборка любых измерительных каналов в режиме реального времени, а также любых архивных данных. На графиках (рис. 3) выбран первый канал (красный) – масса СУГ в резервуаре АГЗС и второй канал (черный) – масса СУГ в резервуаре газовой.

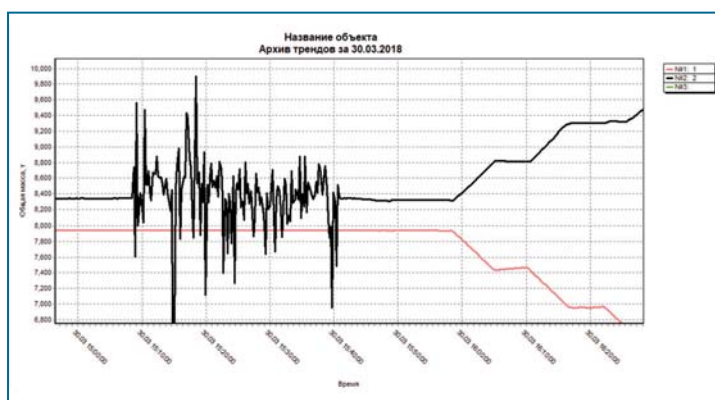
Выполнялась калибровка датчика ДЖС-7Б в резервуаре АГЗС по датчику ДЖС-7Б в резервуаре газовой с дополнительным контролем по весам.

На сервере в режиме реального времени собирается информация от датчиков в резервуарах газовой и в резервуарах АГЗС и ГНС. Обеспечивается выборка любых измерительных каналов в режиме реального времени, а также любых архивных данных. На графиках (рис. 3) выбран первый канал (красный) – масса СУГ в резервуаре АГЗС и второй канал (черный) – масса СУГ в резервуаре газовой.

Выполнялась калибровка датчика ДЖС-7Б в резервуаре АГЗС по датчику ДЖС-7Б в резервуаре газовой с дополнительным контролем по весам.



а



б

Рис. 3. Информация от датчика в резервуаре газовоза и от датчика в резервуаре АГЗС в режиме реального времени. Зависимость общей массы (т) от времени (число, время суток):

а – результаты измерений за 5 часов, с 11:30 до 18:30; б – то же самое в увеличенном масштабе, результаты измерений за 1,5 часа с 14:50 до 16:20; первый канал (красный) – масса СУГ в резервуаре АГЗС; второй канал (черный) – масса СУГ в резервуаре газовоза

Газовоз был заполнен СУГ и взвешен. В дегазированную емкость на АГЗС был выполнен слив 7900 кг СУГ. Потом газовоз поехал на весы, вернулся обратно, СУГ из резервуара АГЗС был перекачан обратно в газовоз, который был взвешен еще раз.

Датчик в резервуаре газовоза позволяет контролировать процесс его движения и остановок по изменению показаний при движении. Погрешность измерения массы СУГ в резервуаре АГЗС не превышает $\pm 0,7\%$. В резервуаре же газовоза имеется еще дополнительная погрешность от наклонов цистерны, а при движении возникает так называемая «борода» – изменение показаний до 3000 кг. Если площадки ровные, то погрешности укладываются в $\pm 0,7\%$. Показания датчика ДЖС-7 в цистерне газовоза в 15 часов на весах на ГНС – 8340 кг, а в 15:50 на АГЗС – 8320 кг, разница показаний составила 20 кг (0,2 %).

Высокая достоверность результатов измерений обеспечивается за счет непрерывного сравнения данных от газовоза и АГЗС. Программа учета позволяет формировать отчеты по любым выбранным объектам – сколько СУГ было слито с газовоза и сколько поступило на АГЗС. Показания

датчика в резервуаре газовега должны совпадать с результатами его взвешивания. Одновременное использование трех различных средств измерений массы обеспечивает сквозной учет, высокую точность и достоверность измерений, позволяет полностью исключить несанкционированные сливы и потери продукта. Срок окупаемости оборудования для сквозного учета СУГ – от 5 до 15 месяцев.

Калибровка резервуара газовега

Для точного измерения массы СУГ с помощью измерительной системы СУ-5Д (датчики ДЖС-7Мр, ДЖС-7м, ДЖС-7МБ в резервуаре газовега) выполняется калибровка резервуара газовега. Для этого порожний газовоз с калибруемым датчиком устанавливается на весы. Другой газовоз (заполненный газом) необходимо подогнать, поставить рядом и соединить с газовозом на весах шлангами для жидкой и паровой фаз (рис. 4). Один из газовозов должен быть оборудован электрическим насосом.

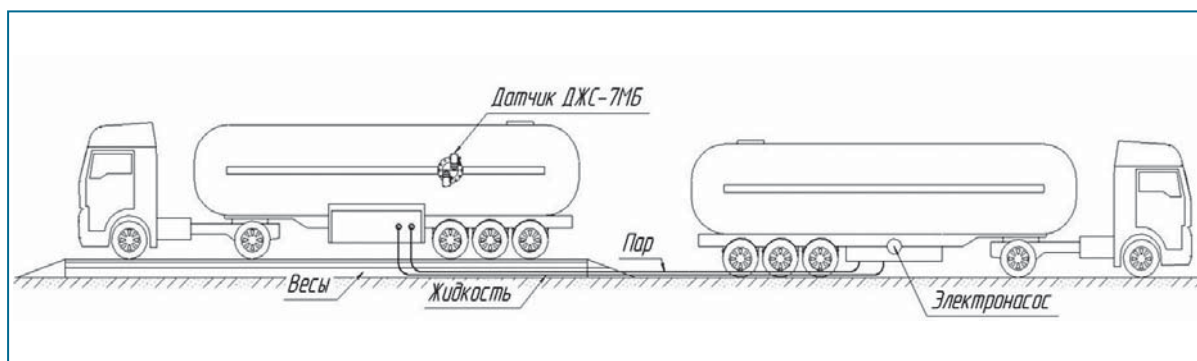


Рис. 4. Калибровка датчика

Необходимо перекачивать СУГ порциями (по 200...800 кг), после перекачки каждой порции фиксировать показания весов. Для расчета калибровочной характеристики используется таблица (табл. 3), в которую заносятся показания весов (столбец 2, суммарная доза слитого СУГ по весам), текущее время и данные из архива измерительной системы СУ-5Д (столбцы 3-6).

Для получения общей массы СУГ в резервуаре (столбец 7) к значениям суммарных доз (столбец 2) необходимо прибавить значение массы СУГ в начальной точке измерения (в данном случае 338 кг). Масса находящегося в резервуаре жидкого СУГ, поступившего согласно показаниям весов (столбец 8), определяется вычитанием из общей массы СУГ (столбец 7) массы пара (столбец 5). Объем жидкого СУГ (столбец 9) определяется делением его массы (столбец 8) на плотность жидкого СУГ (столбец 6) в резервуаре.

В результате этих измерений и вычислений получаем зависимость объема поступившего в резервуар газовега жидкого СУГ (столбец 9) от его уровня в резервуаре (столбец 4). В таблицу необходимо добавить нулевую точку (для уровня 0 мм объем 0 л) и несколько значений объема и уровня для заполнений более 85 % (их можно взять из типовой градуировочной таблицы). Столбцы 4 и 9 – градуировочная характеристика резервуара. При необходимости иметь таблицу с фиксированным шагом градуировки характеристика пересчитывается математическими методами.

Таблица 3

Расчет калибровочной характеристики

1	2	3	4	5	6	7			8	9
						Показания весов			Общая масса в емкости газОВОЗА, кг	Масса жидкости в емкости газОВОЗА, кг
№ п/п	Суммарная доза по весам, кг	Время СУ-5Д	Уровень СУ-5Д, мм	Масса пара СУ-5Д, кг	Плотность жидкости СУ-5Д, кг/м ³					
-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
1	0	11:30:33	74	207	554,4	338	131	236		
2	250	11:36:42	139	222	557,1	588	366	657		
3	504	11:41:49	198	232	557,3	842	610	1095		
4	749	11:47:46	260	244	556,7	1087	843	1514		
...		
36	9000	15:08:22	1467	66	555,4	9338	9272	16694		
37	9320	15:14:48	1526	55	555,5	9658	9603	17287		
-	-	-	1600	-	-	-	-	18044		

Калибровка резервуаров на АГЗС с помощью газОВОЗА с кориолисовым массомером

В соответствии с ГОСТ 8.346–2000 градуировка резервуаров должна выполняться объемным методом. Градуировка резервуаров с СУГ проводится водой, потому что СУГ не может использоваться для градуировки объемным методом. Это связано с тем, что поступающий в резервуар СУГ разделяется на фазы – жидкость и пар (газообразная фаза). Объем СУГ в резервуаре не равен объему СУГ, поступившего в резервуар, обычно он больше (за счет конденсации пара) или меньше. Кроме этого, изменяется состав СУГ и сильно изменяется температура (за счет кипения и конденсации паров), это тоже приводит к изменению объема.

Для градуировки водой требуются дегазация резервуаров, подключение поверочной установки, температура не ниже 5 °С, удаление воды и воздуха из резервуаров после градуировки. На большинстве АГЗС резервуары для СУГ не прошли градуировку, потому что для этого требуется вывод их из эксплуатации и значительные затраты.

Компания «Техносенсор» предлагает калибровку резервуаров с применением СУГ. Это решение обеспечивает снижение затрат на градуировку в несколько раз, при этом не требуется вывод резервуаров из эксплуатации. Калибровка резервуаров на АГЗС выполняется аналогично калибровке резервуаров газОВОЗОВ по показаниям весов, только вместо весов используется кориолисовый массомер на газОВОЗе. СУГ необходимо перекачивать порциями (по 200...800 кг), после перекачки каждой порции фиксировать показания кориолисового массомера на газОВОЗе. Результаты заносятся в таблицу (см. табл. 3). При калибровке

допускается перепуск пара через линию паровозврата. Масса перепущенного пара измеряется с высокой точностью при помощи датчика ДЖС-7 в резервуаре газовоза или в резервуаре АГЗС.

Измерение массы перепущенного пара

Для перепуска паровой фазы СУГ производится остановка слива – перекрытие трубопровода жидкой фазы СУГ. Затем открывают линию паровозврата и после уравнивания давлений закрывают ее снова. Длительность остановки составляет не более 10 мин. Во время перепуска пара масса СУГ в резервуаре изменяется только на величину массы перепущенного пара, потому что трубопровод жидкой фазы СУГ перекрыт. Измерительная система СУ-5Д (датчик ДЖС-7Мр, или ДЖС-7т, или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза) определяет общую массу СУГ в резервуаре, поэтому, если часть перепущенного пара изменила фазовое состояние (сконденсировалась), результаты измерений все равно будут корректными.

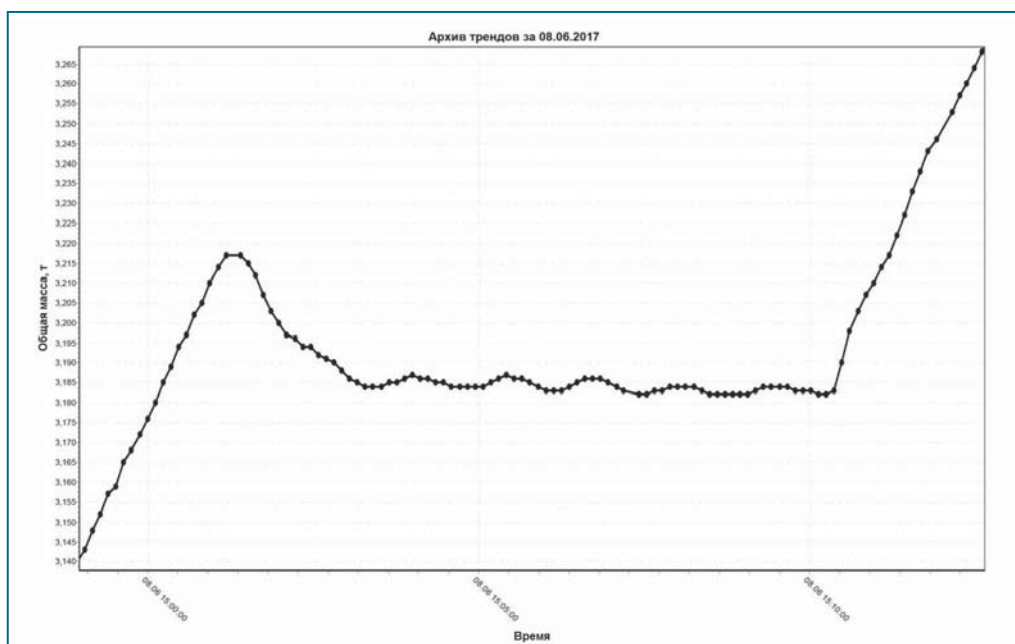


Рис. 5. Изменение общей массы (т) СУГ от времени (число, время суток) в резервуаре при перепуске паровой фазы СУГ

На рис. 5 показано изменение общей массы СУГ в резервуаре при перепуске паровой фазы СУГ. В данном случае датчик ДЖС-7т установлен не на газовозе, а в резервуаре АГЗС объемом 20 м³. Масса слитого СУГ – 3500 кг, масса перепущенного пара – 34 кг. Датчик ДЖС-7т имеет малые шумы и автоматическую калибровку нуля, это позволяет обеспечить измерение массы перепущенного пара с высокой точностью.

Линия паровозврата открывалась постепенно, чтобы не вызвать резкое кипение СУГ в резервуаре. Тем не менее кипение присутствует, поэтому для обеспечения стабильных показаний необходимо выждать несколько минут. После этого нестабильность измеренных значений общей массы СУГ в резервуаре

не превышает ± 1 кг. Полученные экспериментальные данные позволяют после доработок датчика ДЖС-7m представить его на госиспытания как средство измерения массы перепущенного пара с погрешностью не более ± 3 кг. Действия оператора контролируются с помощью датчика положения крана линии паровозврата (сигнал передается в блок искрозащиты и на сервер).

Рассмотренные технические решения обеспечивают следующие конкурентные преимущества сквозного учета СУГ при его сливе из транспортных емкостей:

- достоверность и высокая точность измерения массы СУГ в резервуаре газовоза статическим методом за счет калибровки датчика по весам или по массомеру;
- двойной контроль – учет СУГ динамическим методом (счетчик на трубопроводе) и статическим методом (датчик ДЖС-7Mr, или ДЖС-7m, или ДЖС-7МБ в резервуаре газовоза), что позволяет полностью исключить возможность несанкционированных отпусков СУГ;
- в режиме реального времени контроль массы СУГ в одном окне программы по датчику на газовозе и по датчику на АГЗС, формирование отчетов;
- возможность калибровки датчика в резервуаре АГЗС (построение градуировочной характеристики резервуара) при сливе СУГ через массомер газовоза;
- учет перепущенного пара;
- универсальность установки;
- возможность установки датчика на нижний, верхний, боковой или торцевой лючок (D_y 150 мм);
- быстрый слив железнодорожных цистерн компрессором через массомер за счет применения плотномера СУГ с определением фазового состояния и состава СУГ;
- удобное отображение информации, современная электроника и программное обеспечение (апгрейд выполнен в 2017 году).

Использованные источники

1. Гаузнер С.И., Кивилис С.С., Осокина А.П., Павловский А.Н. Измерение массы, объема и плотности. – М.: изд-во стандартов, 1982. – 528 с.
2. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. – М.: Нефть и газ, 2009. – 640 с.
3. Зоря Е.И., Яковлев А.Л., Ларионов С.В. Определение массы сжиженных углеводородных газов при приеме, хранении и отпуске потребителям. – М.: Издательский дом Недра, 2012. – 197 с.
4. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Measurement of liquefied petroleum gas quantity in a tank by radio-frequency techniques // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2004. – V. 53. – No. 4. – P. 1255-1261.
5. Совлуков А.С., Терешин В.И. Радиочастотный метод измерений количественных параметров сжиженных углеводородных газов в резервуарах // Измерительная техника. – 2005. – № 10. – С. 68-71.
6. Совлуков А.С., Терешин В.И. Измерение количества сжиженного углеводородного газа в резервуаре // Измерительная техника. – 2006. – № 2. – С. 40-42.
7. Совлуков А.С., Терешин В.И. Радиочастотные измерения массы сжиженного углеводородного газа в резервуаре // Датчики и системы. – 2012. – № 12. – С. 41-45.

5-й ежегодный конгресс и выставка «СПГ Конгресс Россия»

6-8 июня в Москве (отель «Балчуг Кемпински») состоялся 5-й ежегодный конгресс и выставка «СПГ Конгресс Россия», организаторами которых стала компания Vostock Capital.

СПГ Конгресс Россия – это международная площадка, где традиционно собираются лидеры СПГ-индустрии со всего мира. Конгресс объединяет более 300 ключевых международных компаний, участвующих в строительстве заводов по производству СПГ.

СПГ Конгресс 2018 проходил при поддержке и личном участии Кирилла Молодцова, заместителя министра энергетики РФ. Оказали поддержку мероприятию лидеры индустрии: Siemens (в качестве специального партнера), Kvaerner, Brunel Rus и KBR. Спонсорами выступили компании Red Box, SIAD RUS, TGE Gas Engineering, GTT и TECHNIP FMC.

Конгресс собрал ключевые российские и зарубежные компании, участвующие в строительстве заводов по производству СПГ, для предметного разговора о перспективах развития проектов, внедрении инновационных технологий и новых методов работы в отрасли. Мероприятие стало площадкой для эффективных переговоров и открытых обсуждений между практиками и экспертами, обмена инновационными разработками, налаживания прямых деловых контактов.

В мероприятии приняли участие более 300 представителей компаний НОВАТЭК, Газпром, Роснефть, Арктик СПГ 2, Сахалин Энерджи, ПЕТОН, Ачимгаз, Криогаз, РН-Печора СПГ, Сибур, ПСК Сахалин, Дальгазресурс, Новатэк-Мурманск и многих других во главе с их руководителями и техническими директорами. Только от ПАО «Газпром» и его дочерних предприятий («Газпром газомоторное топливо», «Газпром газэнергосеть», «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск», «Газпром проектирование», «Газпром промгаз», «Газпром СПГ Санкт-Петербург», «Газпром трансгаз Екатеринбург», «Газпром экспорт» и др.) присутствовали на конгрессе 40 участников. Также были делегации от крупнотоннажных СПГ проектов – Сахалин-2, Арктик СПГ 2, Печора СПГ, Дальневосточный СПГ, Балтийский СПГ, СПГ Портовая, Высоцк СПГ. Был отмечен очень высокий уровень участников: 30 % – генеральные директора; 55 % – технические руководители.

В ходе конгресса прозвучало 30 докладов с ключевой информацией от руководителей таких компаний как Сахалин Энерджи, Shell, ExxonMobil Russia, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ДжетГаз и др. Также состоялись 15 технологических презентаций от таких лидеров индустрии как Siemens, KBR, TGE Gas Engineering, SIAD RUS, Kvaerner, GTT, TECHNIP FMC и др.

У участников было более 70 часов делового и неформального общения в рамках технических визитов, рабочих сессий, выставки, ланчей и кофе-брейков, ужинов и коктейльных приемов.

Ключевые темы программы 2018:

- Представление всех крупнотоннажных СПГ-проектов России: возможности расширения проекта «Сахалин 2» и строительство 3-й технологической линии, реализация Дальневосточных, Арктических и Балтийских СПГ проектов.

- Малотоннажные СПГ-проекты России – газификация Томской области; строительство СПГ завода в Челябинской области; инвестиционный проект по строительству завода в Республике Карелия; СПГ-газификация Забайкальского края.

- Технологический фокус-день – представление лучших мировых технологий для крупнотоннажного и малотоннажного СПГ, технологий СПГ для транспорта, технологических решений и опыта производства от пионеров СПГ-индустрии. Дебаты лидеров индустрии: сотрудничество и конкуренция СПГ и трубопроводного газа в сфере оптимизации экспортных поставок российского газа, конкуренция за европейские и азиатские рынки сбыта.

- Дискуссии операторов и поставщиков технологий. Факторы влияния на развитие крупно-, средне- и малотоннажного СПГ.

6 июня прошел **Технологический фокус-день** конгресса, в рамках которого были представлены новейшие технологии и решения для строительства СПГ-заводов. Среди компаний, представивших доклады, – «Сименс», «Квэрнер», AVEVA, KBR, Red Box Energy Services, GTT, ABB и другие. В завершение фокус-дня прошел круглый стол, в рамках которого технические эксперты обсудили с иностранными EPC *-подрядчиками сложности строительства заводов в России и пути решения проблем.

7 июня состоялся **первый Стратегический день** конгресса, посвященный реализации крупнотоннажных СПГ-проектов, а также экспортному потенциалу и конкурентоспособности в мировой СПГ- индустрии.

Модератором пленарной сессии стал Павел Завальный, председатель комитета Государственной думы по энергетике, президент Российского газового общества. Выступая на конгрессе, он заявил, что период стагнации в секторе сжиженного природного газа в мире сменился периодом бурного развития. По его словам, темпы роста рынка СПГ за последние 10 лет в 3 раза превышают темпы роста рынка трубопроводного газа (59 %). За 10 лет введено 400 млн т регазификационных мощностей, всего их объем сегодня достигает 840 млн т. Число стран-потребителей выросло с 8 до 35, производителей – с 13 до 23. Рынок становится по-настоящему глобальным, география поставок СПГ охватывает все регионы, кроме Антарктиды.

На конгрессе также выступил руководитель направления по реализации новых проектов концерна «Шелл» в России Стюарт Брэдфорд, который рассказал о перспективах развития рынка СПГ и роли России в этой индустрии. Как отметил Стюарт Брэдфорд, политические меры, принимаемые на различных уровнях, способствуют формированию спроса на природный газ и СПГ.

8 июня прошел **второй Стратегический день**, посвященный реализации средне- и малотоннажных СПГ-проектов. Вим Грундейк, президент Gas LNG Europe, открыл первую сессию докладом о факторах, влияющих на спрос малотоннажного СПГ, а Александр Климентьев, научный руководитель АО «Промышленные инновации», и Джинсок Сун из РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина рассказали о перспективах малотоннажного СПГ в России.

В рамках сессии по использованию СПГ в качестве газомоторного топлива руководители ООО «Газпром ВНИИГАЗ», КАМАЗа, РЖД и Jetgas обсудили преимущества сжиженного природного газа в качестве моторного топлива и перспективы его использования в России.

* Способ контрактования в строительной отрасли.



Выступление на конгрессе Станислава Люгая, директора центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», исполнительного директора НГА

В рамках сессии, посвященной использованию СПГ для газификации регионов России, были представлены комплексный подход к созданию инфраструктуры СПГ в регионах, программа СПГ-газификации Байкальского региона, информация о проектном финансировании строительства малых заводов СПГ и многое другое.

Конгресс завершился экспертной дискуссией о точках роста для развития малотоннажного СПГ, в которой приняли участие многие участники мероприятия.

На площадке форума выступило более 50 экспертов, среди которых были, помимо названных выше, Татьяна Митрова, директор Энергетического центра бизнес-школы «Сколково», Мэтью Рассел, вице-президент «СПГ Сименс», Джеймс Рид Грейбл, менеджер проекта «Сахалин-1» и ExxonMobil Russia, Андрей Охоткин, коммерческий директор «Сахалин Энерджи», Аксел Мёрквед Торсдал, генеральный директор «Квэрнер», Станислав Люгай, директор центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», исполнительный директор НГА, Андрей Конопляник, советник генерального директора «Газпром экспорт», профессор РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Эндрю Луз, технический директор FLNG, LNG, KBR, Игорь Мещерин, президент Национальной палаты инженеров, Роман Казьмин, глава подразделения «СПГ ICIS Heren», Хани Оад, менеджер по развитию Fluxus Belgium, Мелани Ловатт, финансовый советник Poten & Partners, и многие другие.

С выставочными экспозициями приняли участие производители оборудования и инновационных технологий ведущих компаний: «Сименс», TechnipFMC, KBR, Adams Armaturen, AVEVA, Brunel, «Оглаенд Систем», «РНГ-Инжиниринг», СИАД, «ТТЕ ГАЗ Инжиниринг», «Энергомаш» и других.

На протяжении всего форума было проведено более 300 встреч, которые, безусловно, стали основой для длительного и взаимовыгодного сотрудничества участников мероприятия.

По материалам:

<https://drive.google.com/drive/folders/140VaWO4wkLT0sRCdAW9uyweZtGkzpP-0>

<http://www.gudok.ru/proton/quality/?ID=1423673>

Частников ставят на заправку

68

Дефицит газовых заправок называют сегодня одной из главных причин, тормозящих процесс перевода транспорта России на газ. В Башкирии основным оператором программы развития газовой заправочной сети является «Газпром газомоторное топливо», но к нему намерены присоединиться небольшие частные компании и крупные представители отрасли такие как, например, «Роснефть».



Объем потребления компримированного природного газа (КПГ) коммунальными предприятиями и пассажирскими перевозчиками в Башкирии в 2015-2017 годах вырос в пять раз – с 2 млн до 10 млн кубометров, следует из доклада главы республики Рустэма Хамитова на форуме «Транспорт России», прошедшем в декабре прошлого года. «Если мы пойдем такими темпами, то, безусловно, выполним задачу по переводу общественного транспорта на газомоторное топливо», – добавил он.

В 2013 году премьер России Дмитрий Медведев поставил задачу перевести на газовое топливо к 2020 году не меньше половины общественного транспорта в крупных городах и не менее 30 % – в средних. Крупнейший пассажирский перевозчик в Башкирии – ГУП «Башавтотранс» – за последние годы заменил на газомоторную технику примерно 10 % своего парка. Государство субсидировало компании 800 млн руб. на покупку около 300 газовых НЕФАЗов и автобусов средней вместимости ПАЗ. Еще более 100 единиц коммунальной техники приобретено для предприятий ЖКХ. Однако в этой сфере данных о доле газомоторной техники в открытом доступе нет, равно как нет данных о доле переведенного на газ частного пассажирского транспорта.

Татарстан снова впереди

Курултай Башкирии вслед за поручением российского премьера утвердил поправки в республиканский закон «О транспортном налоге», предусматривающие

20%-ное снижение ставки транспортного налога для владельцев автомобилей на газе. Какой эффект дала эта норма, пока неизвестно. Глава республики в декабре заявил, что планируется еще более снизить ставки транспортного налога для такого транспорта до 50 %.

В компании «Газпром газомоторное топливо» считают удачным примером реализации такой программы опыт соседнего Татарстана, где власти с 2016 года субсидируют установку газового оборудования на транспорте как юридическим, так и физическим лицам. В 2016 году по этой программе в республике было переоборудовано 782 автомобиля, в 2017 году – 859, в текущем – 301, итого 1942 единицы техники, сообщили в компании.

На сайте сети АГНКС «Газпрома» стоимость переоборудования бензинового автомобиля на газ оценивается примерно в 50 тыс. руб., окупаемость вложений при пробеге не менее 30 тыс. км в год – в течение года. Годовые расходы на газовое топливо составят около 40 тыс. руб., в то время как на бензиновое будут втрое выше, отмечают в компании. Стоимость транспорта на газомоторном топливе в среднем на 30 % выше, чем бензинового, но разница окупит себя также за один год, уверены в компании.

Говоря о резервах развития программы, следует отметить, что с 2017 года в перечень субсидируемой техники, помимо пассажирского, грузового, коммерческого транспорта, включены легковые автомобили. Стоимость газовой версии LADA Vesta CNG с учетом государственных субсидий всего на 30 тыс. руб. дороже бензиновой модели, а в ряде случаев стоимость газовых моделей техники оказывается даже ниже.

Газ просится в сети

Один из главных факторов, тормозящих развитие программы перевода транспорта на газ, – малая доступность заправочной сети. В Башкирии работают 15 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) производительностью 116,4 млн кубометров природного газа в год. 13 из них принадлежат «Газпрому» (компания строит АГНКС также в Уфе, Сибее и Белорецке), две – частникам. Однако суммарно на их долю приходится лишь около 1 % заправок топливом в республике. Загрузка этой сети в 2016 году, по данным «Газпром газомоторное топливо», составила меньше 25 % (в среднем по РФ – 26 %). Объем реализации КПП в республике вырос с 2015 года на 12 % до 28,58 млн кубометров, в то время как в Татарстане на 25 % (до тех же 28,58 млн кубометров). Лидерами же по потреблению природного газа в качестве автомобильного топлива в России по итогам 2017 года стали Краснодарский край (44,9 млн кубометров), Ставропольский край (36 млн) и Ростовская область (33,4 млн).

Несколько лет назад в Башкирии работала газовая заправочная сеть «Экосистемза», попавшая под банкротство. Ее планируют заменить другие операторы. Так, компания «Экосервис» (принадлежит предпринимателю Виталию Троя) планирует, по информации министерства промышленности и инновационной политики республики, вложиться в строительство сети из примерно 10 заправок, в том числе четырех – в Уфе.

Представитель «Экосервиса» сообщил, что до конца года компания планирует запустить АГНКС в селе Архангельском одноименного района, еще три – в поселке Цветы Башкирии в границах Уфы, а также в Нефтекамске и Янауле до конца 2020 года. Максимальная производительность одной АГНКС составит



до 1200 кубометров в сутки, отметил представитель компании. Информацию о стоимости строительства и дальнейших планах он не раскрыл.

О планах развития сети газовых заправок сообщают и в компании «Регион поставка» татарстанского предпринимателя Альберта Газизова, но подробности пока неизвестны.

Свой перспективный план развития газозаправочной инфраструктуры в Башкирии на Российском нефтегазохимическом форуме в Уфе, который состоится в мае следующего года, намерена раскрыть и «Роснефть». Оператором проекта является «РН газотопливная компания». О том, что «Роснефть» ведет переговоры с «Башнефть-розницей» и прорабатывает тему развития заправок КПП, сообщалось еще осенью прошлого года.

Строительство новых АГНКС будет вестись в городах рядом с основными потребителями или на земельных участках, расположенных в полосе отвода дорог общего пользования, в придорожной полосе или за ее пределами, которые имеют хорошую транспортную доступность для владельцев транспорта, использующего природный газ в качестве моторного топлива, отмечают в Минэнерго России.

Замглавы ведомства Кирилл Молодцов в мае высказался за дальнейшее стимулирование использования газовых автомобилей. Например, рассказал он, рассматривается вариант передачи местными администрациями земли для строительства заправки на газе без конкурса. «Наша с коллегами мечта – чтобы в каждом населенном пункте, куда подведен газ, был заправочный модуль, лучше автоматический, с помощью которого потребитель мог бы заправить свой автомобиль», – отметил замминистра.

<https://www.kommersant.ru/doc/3636340>

В Москве построены четыре газозаправочных комплекса «Газпром»

В столице реализуется крупнейший проект по созданию современной газозаправочной инфраструктуры «Газпром».

В преддверии соревнований по футболу на улицах Ижорская, Полбина, Кусковская и 109-й км МКАД построены четыре автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС). Совокупная производительность новых комплексов составляет 44 млн кубометров природного газа в год. Этого объема достаточно для ежедневной заправки экологичным и экономичным топливом порядка 2800 единиц техники.

При проведении футбольного первенства в Москве в организации передвижения участников и болельщиков был задействован пассажирский транспорт, работающий на природном газе – EcoGas. Сегодня филиал Зеленоградского автокомбината ГУП «Мосгортранс» (ранее – 11-й автобусный парк) эксплуатирует 155 газомоторных автобусов, которые обслуживают Северный и Северо-Восточный округа и следуют по маршруту от станции метро «Речной вокзал» до аэропорта Шереметьево.



На заправке автобус, перевозивший болельщиков чемпионата мира

Всего передвижение участников и болельщиков обеспечивали 1400 автобусов, работающих на природном газе. Для их заправки были задействованы 47 газозаправочных объектов «Газпром». Подобный опыт успешно применялся при проведении мировых соревнований по футболу в Сеуле в 2002 году, на Всемирной летней Универсиаде в Казани в 2013 году, а также при транспортном обеспечении некоторых Олимпийских игр.



На заправке такси, работающее на топливе EcoGas

Расширение применения природного газа в качестве моторного топлива соответствует общемировому тренду по снижению объема вредных выбросов транспортом в атмосферу. Это во время «Прямой линии» подчеркнул



Президент Российской Федерации: «Для нашей страны и для многих других стран мира первичным источником, гораздо более экологичным, является газ. Поэтому, если говорить об улучшении экологической ситуации в этой сфере, то нам нужно переходить на газомоторное топливо и стимулировать развитие этого направления во всем мире».

Сегодня природный газ – EcoGas – единственный общедоступный вид топлива, соответствующий стандарту Евро-6. Важна и экономическая составляющая – стоимость одного кубометра природного газа в Москве составляет 16,5 рубля. По предварительным расчетам использование газовых автобусов в дни проведения футбольного первенства позволило сэкономить около 100 млн рублей. В Москве экономия от использования природного газа в качестве моторного топлива на пассажирском транспорте в дни проведения спортивного мероприятия составит около 13 млн рублей.

EcoGas – это фактически готовое моторное топливо, которое поступает на заправку напрямую с месторождений по газопроводам. На газозаправочной станции, которая представляет собой небольшой производственный комплекс, природный газ очищается, осушается и сжимается. Благодаря газообразному состоянию EcoGas невозможно испортить некачественными добавками, у него всегда стабильно высокое качество.



Новая заправка сети «Газпром» в Москве

Строительство четырех станций «Газпром» позволило увеличить действующую сеть до 10 объектов. В начале 2019 года на улицах Зенитчиков, Подольских курсантов, Походном проезде, Промзоне Очаково завершится строительство еще четырех АГНКС. Ввод в эксплуатацию всех новых газозаправочных объектов увеличит производительную мощность газозаправочной сети в Москве до 185,7 млн кубометров природного газа в год. Это значит, что на экологичное и экономичное топливо может быть переведено около 15 тыс. единиц техники. Ключевые сегменты – пассажирский, грузовой и коммерческий транспорт, а также такси. Именно эти автопарки предлагается переводить на топливо EcoGas в первую очередь.

<https://www.msk.kp.ru/daily/26843.7/3883735/>

«Совкомфлот» обеспечит техническое наблюдение за строительством танкеров на СПГ для «Роснефти»

В рамках Петербургского международного экономического форума Группа компаний «Совкомфлот» (СКФ) и АО «Роснефтефлот» подписали договор, предусматривающий участие специалистов СКФ в техническом наблюдении за строительством танкеров типоразмера «Афрамекс», которое разворачивается на судостроительном комплексе «Звезда» в Приморском крае. Договор был подписан в продолжение пакетного соглашения по строительству и последующему фрахтованию на долгосрочной основе современных высокотехнологичных танкеров типа «Афрамекс», подписанного в 2017 году.

Данный документ имеет большое значение для успешно развивающегося сотрудничества между компаниями ПАО «Совкомфлот» и ПАО «НК «Роснефть». При проектировании танкеров, которые будут использоваться компанией «Роснефть», был учтен многолетний опыт «Совкомфлота» в области эксплуатации крупнотоннажных судов в сложных климатических и ледовых условиях. Техническая спецификация судов была разработана специалистами «Совкомфлота» при активном участии АО «Дальневосточный центр судостроения и судоремонта» (ДЦСС).

Дедвейт танкеров составит 114 тыс. тонн. Им присвоен ледовый класс 1А, что позволит обеспечить их круглогодичную работу в районах со сложной ледовой обстановкой. Танкеры этой серии представляют собой новое поколение судов, которые будут использовать в качестве основного топлива сжиженный природный газ (СПГ), что существенно снизит нагрузку на окружающую среду. Техническая спецификация танкеров учитывает международные ограничения выбросов оксидов серы, азота и парниковых газов, которые вступят в силу с 2020 года и будут действовать, кроме прочих, в бассейнах Балтийского и Северного морей. По сравнению со стандартным судовым топливом использование СПГ позволит снизить объем выбросов оксидов серы и низкодисперсных частиц на 100 %, оксидов азота – на 85 %, углекислого газа – на 27 %.

Начать эксплуатацию данных судов планируется в 2021 году. Они будут построены при участии мирового лидера в области создания современной морской техники, компании Hyundai Heavy Industries (Республика Корея), партнера ССК «Звезда». Первый заместитель генерального директора ПАО «Совкомфлот» Евгений Амбросов заявил, что «Совкомфлот» является мировым лидером в сегменте оперирования судами типоразмера «Афрамекс». Свыше трети всего флота группы СКФ составляют суда этого класса. «Афрамексы» под управлением СКФ более 15 лет успешно участвуют в перевозках сырой нефти в бассейнах Балтийского, Северного и Охотского морей. Он добавил, что компания приветствует дальнейшее расширение взаимовыгодного сотрудничества с компанией «Роснефть», крупнейшим экспортером российской нефти, и выразил надежду на то, что строительство в России крупнотоннажных танкеров нового поколения на газомоторном топливе будет способствовать развитию соответствующей инфраструктуры, позволяющей бункеровать суда сжиженным газом в российских портах.

Группа СКФ уже осуществляет технический менеджмент трех принадлежащих компании «Роснефть» танкеров ледового класса дедвейтом по 30 тыс. тонн («РН Архангельск», «РН Мурманск» и «РН Приводино»). Данные суда задействованы в перевозках нефти и нефтепродуктов в Балтийском и Арктическом морских бассейнах.

<https://gasworld.ru/ru/news/russia/>

В Китае разработана ракета с двигателем на метане и жидком кислороде

Недавно китайская частная космическая компания Landspace заявила о завершение работы по проектированию системы средней ракеты с двигателем на метане и жидком кислороде «Чжуцзюэ-2». Она является крупнейшей в стране ракетой, разработанной коммерческой компанией. Планируется, что к 2019 году будут завершены все наземные испытания, а к 2020 году совершен первый полет.

На пресс-конференции компания Landspace предоставила информацию о будущем серийного производства ракет «Чжуцзюэ-2» и ракетных двигателей на жидком кислороде и метане 100-тонной категории. Ожидается, что по некоторым показателям «Чжуцзюэ-2» обойдет ракету-носитель Falcon 9 американской компании Space X.

Главный исполнительный директор компании Landspace Чжан Чанью отметил, что по пропускной способности ракета «Чжуцзюэ-2» является третьей в мире и первой в Китае.

Базовая модель «Чжуцзюэ-2» – это двухступенчатая ракета-носитель на жидкости, диаметр ракеты составляет 3,35 м, длина – 48,8 м, общая масса – 216 тонн, совокупная тяга взлета – 268 тонн. Ракета способна поднять в космос два автомобиля.

Согласно историческим данным по перевозкам внутри страны и за рубежом, число запусков ракет среднего типа с провозными способностями в объеме 1,5-4 тонны – самое большое, рыночный спрос сравнительно высокий. В настоящее время ракеты-носители среднего типа сталкиваются с разными ограничениями, связанными с использованием токсичного топлива, высокой стоимостью, длительным временем подготовки к запуску, одноразовым применением и недостаточным производством, из-за которого невозможно удовлетворить рыночный спрос. Благодаря инновационным материалам и технологиям компания Landspace решила вышеупомянутые проблемы, продемонстрировав многочисленные преимущества разработанной ракеты, в частности, экологичность, экономичность, возможность многократного использования и серийного производства.

<http://russian.people.com.cn/n3/2018/0709/c31517-9479044.html>

Заправочный модуль с самыми большими композитными баллонами

Американская компания Hexagon 26 июня представила на выставке World Gas Conference 2018 в Вашингтоне свою новую разработку – передвижной заправщик Mobile Pipeline® с модулем TITAN®53, состоящим из самых больших в мире композитных баллонов. Модули TITAN производятся уже около 10 лет и могут перевозить значительные объемы газового топлива в сжатом виде: сжатый природный газ, водород или другие промышленные газы.



Новые еще более легковесные баллоны в составе 53-футового (16,15 м) модуля могут перевозить более 13 тысяч кубометров газа, при этом общая масса грузового автомобиля не будет превышать установленный в США лимит в 32 тонны. Области применения модуля – это конвертация на природный газ в промышленных масштабах, заправка автомобилей и транспортировка газа.

TITAN[®]53 – яркий пример того, как Hexagon использует технологию композитных баллонов (тип 4) для различных видов топлива: КПП, пропан, водород и др. Hexagon имеет также опыт реализации топливных модулей на ракетах, локомотивах, морских судах и автомобилях. В 2017 году продано более 1100 единиц передвижного заправщика Mobile Pipeline[®], заказчики находятся по всему миру.

Предшественники Titan 53 – модули Titan 30, Titan 40/Titan 40 XL, длина которых составляет соответственно 30 и 40 футов (1 фут = 0,3 м). Композитные баллоны (тип 4) легче стальных баллонов (тип 1) примерно на 70 %.

<https://elitegas.ru/titan53-mobile-pipeline-with-largest-composite-cylinders-in-the-world/>

Газомоторная мозаика

Бельгия

Голландская компания PitPoint (входит в группу Total) владеет сетью АГНКС и КриоАЗС в Нидерландах, Бельгии и Германии. Компания планирует в 2018 году расширить свою сеть в Бельгии еще на шесть АГНКС. Новые метановые заправки будут построены в населенных пунктах Альтер (уже открыта), Кортрейк, Льеж, Андерлехт, Эндхот и Шарлеруа.

Руководитель компании Geert Degroote сказал, что развитие сети газовых заправок является одним из национальных приоритетов. К 2030 году 100 % транспорта Бельгии должно работать на чистом топливе.

В настоящее время в стране работают 96 АГНКС. Средняя стоимость КПП – 0,97 евро/кг. Средняя плотность сети АГНКС и КриоАЗС Бельгии составляет одна заправочная станция на 1600 км дорог с твердым покрытием и 2,9 станции на 1000 км² территории (площадь Бельгии 32,5 тыс. км²).

Компания PitPoint открыто излагает свое прагматичное видение места альтернативных видов моторного топлива для транспорта:



Расположение АГНКС и КриоАЗС в Бельгии и их количество

- КПП, по мнению экспертов компании, является экономически эффективным и чистым топливом;
- СПГ – идеальное по чистоте и плотности топливо для тяжелых автомобилей и судов;
- биометан – также чистое и эффективное топливо, если его цена устраивает покупателя;
- водород пока еще в самом начале пути на рынок, однако он имеет потенциал экспоненциального роста;
- электричество может применяться только в тех случаях, когда это рационально для городских грузовых и пассажирских перевозок.

Взгляды компании PitPoint идут вразрез с принятой в Евросоюзе безоговорочной, но не бесспорной политикой поддержки электричества. Компания PitPoint имеет заправочные/зарядные станции для всех названных энергоносителей.

<http://cngeurope.com/>, <http://www.ngvjournals.com/>, PitPoint

Мексика

Недавно во время церемонии открытия выставки и конференции AltFuels Mexico 2018 было объявлено о создании Мексиканской ассоциации газомоторного транспорта, КПП, СПГ и биогаза (Mexican Association of NGV, CNG, LNG and Biogas – AMGNV). Президентом Ассоциации избран Андрес Байона Инсиньярес (Andres Bayona Insignares).

В Ассоциации на данный момент состоят более 100 компаний. Для развития газомоторного рынка в Мексике сложился ряд предпосылок: власти разрешили строительство и эксплуатацию многотопливных станций; в стране разведаны запасы сланцевого газа; действует Национальный стандарт на переоборудование № 011; в промышленности созрели благоприятные условия для внутренних и внешних инвестиций; намечена программа строительства 3000 АГНКС стоимостью более 3 млрд долл. США на ближайшие 10 лет, что в 100 раз больше, чем действуют сейчас. В настоящее время на природном газе в Мексике работают 15 тыс. автомобилей. Ожидается, что к концу 2018 года их число вырастет до 25 тыс.

<https://revistamagazine.com/>, <http://www.ngvjournals.com>



Германия

Министерство транспорта и цифровой инфраструктуры Германии приняло новые меры стимулирования перевода грузового транспорта на использование природного газа. В 2018 году на это выделено 10 млн евро. Средства на газификацию и частичную электрификацию грузовиков общей массой 7,5 и более тонн будут выделяться и дальше, как минимум, до 2020 года. Уровень субсидий составит 8 тыс. евро для автомобилей на КПГ и 12 тыс. евро – на СПГ. Максимальный размер финансовой помощи на одну компанию составит 500 тыс. евро, что позволит субсидировать приобретение 40-60 метановых грузовиков (по мнению экспертов, это оптимальная численность парка) и строительство собственной заправки.

Правда, в связи с этой информацией возникает вопрос: будет ли распространяться эта мера стимулирования на германские компании, если они будут закупать иностранные, например, российские, грузовики?

Италия

Итальянская нефтегазовая компания Snam заключила соглашение с американской Baker Hughes о совместной разработке «микротоннажной» технологии сжижения природного газа. По их классификации, этот микротоннажный завод должен производить примерно 140 тыс. тонн СПГ в год (16 тонн в час) из трубопроводного газа и биометана.

По площади такой завод может уместиться примерно на футбольном поле. В Италии предполагается построить четыре таких завода общей стоимостью от 50 до 80 млн евро. ТЭО проекта должно быть готово до конца 2018 года.

Компания Snam присматривалась к малотоннажному производству СПГ в течение более чем 10 лет и вот, наконец, сочла необходимым выйти в этот сегмент рынка. В компании понимают перспективу перевода на СПГ автомобильного и водного транспорта. С 2015 года до настоящего времени парк грузовиков на сжиженном метане увеличился со 100 до 1000 единиц. Открыты 20 КриоАЗС. Строительство новых комплексов сжижения природного газа позволит обеспечить этим видом топлива 15 тысяч тяжелых машин и продвинуть его в центральные и южные районы Италии.

Abstracts of articles

P. 9

The system of Key performance indicators of automotive gas filling compressor station's production activity

Stanislav Lyugay, Yulia Drygina

The concept of Key Performance Indicators is considered and an approach to the application of these indicators in assessing the performance of staff of automotive gas filling compressor stations is suggested in the article. A list of indicators was developed and dependencies for their calculation were given. Understandable Indicators to the assessed staff are introduced, as well as restrictions on indicators' amount.

Keywords: key performance indicators (efficiency), efficiency of production activity, staff, automotive gas filling compressor station.

P. 15

High-pressure connectors. Alternative designs and simulation results

Andrey Evstifeev, Vladimir Timofeev

One of the options for the implementation of the "virtual pipe" technology in supplying consumers with gasoline fuel is the supply of replacement cartridges filled with compressed natural gas to automotive gas filling compressor stations. Versions of technical solutions for quick couplings at the organization of connection of pipelines of cassette modules with pipelines of onboard fuel system of a gas-cylinder vehicle are offered in the paper. The results of mathematical and gas-dynamic modeling of the connector in modes without flow and with flow are presented.

Keywords: quick couplings, compressed natural gas (CNG), refueling of gas engine vehicles, automobile gas filling compressor station (AGFCS), gas dynamic modeling.

References

1. Leontovich M.A. Introduction to thermodynamics. – L.: Gostekhizdat, 1952.
2. Sedov L.I. Mechanics of continuous media, vol. I, II. – M.: Nauka, 1973.
3. Gainulin FG., Gritsenko A.I., Vasilyev Yu.N., Zolotarevsky L.S. Natural gas as motor fuel in transport. – M.: Nedra, 1996.
4. Vasiliev Yu.N., Gritsenko A.I., Chirikov K.Yu. Gazozapravka transporta. – M.: Nedra, 1995.
5. Victor M.M. Methods for calculating physicochemical quantities and applied calculations. – L.: Chemistry, 1977.
6. Evstifeev A.A., Lyugay S.V. Fundamentals of the logical and probabilistic analysis of the safety of vehicles on gas fuel. – M.: VNIIGAZ, 2017.
7. Evstifeev A.A., Ermolaev A.E. Influence of idle runs of gas city buses on indicators of industrial and economic activity // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 4 (52). – P. 23-30.
8. Lyugay S.V., Balashov M.L., Evstifeev A.A. Estimating the waiting time for filling the vehicle with CNG stations // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 6 (54). – P. 50-54.
9. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Sergeev M.S. Method to ensure the robustness of the power supply control system of a gas vehicle // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 3 (51). – P. 51-60.
10. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Ya.A. Methods and tools for optimizing the location of production and supply infrastructure objects / In the book: Scientific session of NNRNU MEPhI-2015. Annotations of reports: in 3 volumes. Chief Editor O.N. Golotyuk. – 2015. – P. 74.
11. Popov M.A., Egorova A.N., Evstifeev A.A. Modeling and optimization of the locations of the objects of gas refueling of transport. / In the book: Scientific session of NNRNU MEPhI-2015. Annotations of reports: in 3 volumes. Chief Editor O.N. Golotyuk. – 2015. – P. 97a.
12. Evstifeev A.A., Drygina Yu.N., Ermolaev A.E. Modeling and optimization of the development process of the production and distribution network of gas filling stations // Gas industry. – 2015. – No. 53 (728). – P. 30-33.
13. Evstifeev A.A. Mathematical model for determining the number and productivity of refueling columns at CNG stations // Gas industry. – 2015. – No. 8 (726). – P. 95-97.
14. Evstifeev A.A. Placement of the infrastructure of gas refueling transport // Transport on alternative fuel. – 2015. – No. 6 (48). – P. 26-39.
15. Evstifeev A.A. Analysis of the efficiency of the production process at CNG stations // Transport on alternative fuel. 2015. – No. 5 (47). – P. 27-33.
16. Evstifeev A.A. The method of formation of adequate cost of gas motor fuel // Transport on alternative fuel. – 2015. – No. 2 (44). – P. 41-46.
17. Evstifeev A.A. Modern Approaches to the Selection of the Performance of the Main Process Equipment for Gas-Filling Facilities // Transport on Alternative Fuel. – 2015. – No. 4 (46). – P. 48-54.
18. Evstifeev A., Zaeva M., Krasnikova S., Shuvalov V. Multi-criteria equipment control in complex engineering systems // Asian Journal of Applied Sciences. – 2015. – T. 8. – No. 1. – P. 86-91.
19. Evstifeev A.A. Structural synthesis and solution algorithms for a mathematical model of a gas refueling system for transport and gas supply to autonomous consumers // Vesti gazovoy nauki. – 2015. – No. 1 (21). – P. 79-85.
20. Evstifeev A.A. Provision of municipal bus fleets of the megalopolis with gas motor fuel // Gas industry. – 2014. – No. 2 (702). – P. 86-89.
21. Evstifeev A.A. Mathematical model of the process of fueling vehicles KPG on AGNKS // Transport on alternative fuel. – 2014. – No. 1 (37). – P. 24-31.
22. Evstifeev A.A. Multi-criteria control of technological equipment of complex technical systems using methods of obtaining fuzzy inferences // Transport on alternative fuel. – 2014. – No. 5 (41). – P. 44-48.
23. Evstifeev A.A. Methodology of rational construction and continuous improvement of the regional network of CNG stations // Transport on alternative fuel. – 2014. – No. 3 (39). – P. 53-60.
24. Evstifeev A.A. A mathematical model for analyzing the demand for CNG and LNG in newly gasified territories // Gas industry. – 2013. – No. 1 (685). – P. 87-88.
25. Lyugay S.V., Evstifeev A.A., Timofeev V.V., Balashov M.L., Drygina Yu.N. Comparison of economic indicators when using liquid motor and gas engine fuels // Transport on alternative fuel. – 2013. – No. 5 (35). – P. 14-19.
26. Evstifeev A.A. Model of forecasting the consumption of gas motor fuel in the village // Transport on alternative fuel. – 2013. – No. 3 (33). – P. 43-47.
27. Evstifeev A.A., Balashov M.L. A technique for determining the border of the economic efficiency of the transition to natural gas as a motor fuel // Transport on alternative fuel. – 2013. – No. 2 (32). – P. 4-5.
28. Evstifeev A.A. Calculation of the reliability of the supply system of gas motor fuel to consumers // Transport on alternative fuel. – 2013. – No. 4 (34). – P. 61-65.
29. Evstifeev A.A., Zaeva M.A., Khetagurov Ya.A. Application of mathematical modeling in testing and development of complex technical systems // Bulletin of the National Research Nuclear University MEPhI. – 2013. – T. 2. – No. 1. – P. 115.
30. Evstifeev A.A., Zaeva M.A. Automated system of the unified state register of gas-cylinder equipment // In the book: Scientific session of the NNU MEPhI-2012. Annotations of reports: in 3 volumes. – 2012. – P. 285.
31. Dedkov V.K., Evstifeev A.A. Methodology for assessing the reliability of a technical system based on test results // Problems of safety theory and system stability. 2010. – No. 12. – P. 215-221.
32. Evstifeev A.A., Severtsev N.A. Models for minimizing the directional damage to the transport system in the absence of information // Questions of the theory of safety and stability of systems. – 2009. – No. 11. – P. 137-145.

P. 31

Research of the diesel engine operation on rapeseed oil and water emulsion

Vladimir Markov, Vjacheslav Kamaltdinov, Evgeniy Pozdnyakov, Alexander Denisov, Ivan Koshevoy

The necessity of using biofuels in internal combustion engines is substantiated. The advantages of using emulsified fuels in diesel engines are shown. A comparative analysis of the physicochemical properties of petroleum diesel fuel and emulsion of rapeseed oil and water is carried out. The results of experimental studies of the diesel engine operating on these fuels are presented. The possibility of improving the environmental performance of the diesel engine during its operation on the emulsion of rapeseed oil and water is shown.

Keywords: internal combustion engine, diesel, oil diesel fuel, rapeseed oil, emulsified fuel, exhaust gas toxicity indicators

References

1. Mechanical engineering. Encyclopedia. Volume IV. Engines of internal combustion. L.V. Grekhov, N.A. Ivashchenko, V.A. Markov et al. Ed. A.A. Alexandrova, N.A. Ivashchenko. – M.: Mechanical Engineering, 2013. – 784 p.
2. Markov V.A., Bashirov R.M., Gabitov I.I. Toxicity of exhaust gases of diesel engines. – M.: Bauman MSTU, 2002. – 376 p.
3. L.V. Grekhov, N.A. Ivashchenko, V.A. Markov. Diesel Fuel Supply and Control Systems: A Textbook for High Schools. The second edition. – M.: Legion-Avtodata, 2005. – 344 p.
4. Estimation and control of emissions of dispersed particles with exhaust gases of diesel engines / V.A. Zvonov, G.S. Kornilov, A.V. Kozlov et al. – M.: Prima-Press-M, 2005. – 312 p.
5. Alternative fuels for internal combustion engines / A.A. Aleksandrov, I.A. Arkharov, V.A. Markov et al. Ed. A.A. Alexandrov, V.A. Markov. – M.: OOO SIC «Engineer», LLC «Oniko-M», 2012. – 791 p.
6. Lerman E.Yu., Gladkov O.A. Highly concentrated water-fuel emulsions are an effective means of improving the environmental performance of light high-speed diesel engines // Drive Engineering. – 1986. – No. 10. – P. 35-37.
7. Likhanov V.A., Saykin A.M. Decrease in toxicity of autotractor diesel engines. – M.: Kolos, 1994. – 224 p.

8. Malov R.V., Pekshev V.V. Emulsification of fuel and ecological characteristics of the diesel // Automobile industry. – 1992. – No. 8. – P. 15-18.
9. Hountalas D.T., Mavropoulos G.C., Zannis T.C. et al. Use of Water Emulsion and Intake Water Injection as NO_x Reduction Techniques for Heavy Duty Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. – 2006. – No. 2006-01-1414. – P. 1-15.
10. Kee S.-S., Mohammadi A., Hirano H. Experimental Study on Combustion Characteristics and Emissions Reduction of Emulsified Fuels in Diesel Combustion Using a Rapid Compression Machine // SAE Technical Paper Series. – 2003. – No. 2003-01-1792. – P. 1-8.
11. Jin-Yuan Syu, Yuan-Yi Chang, Chao-Heng Tseng et al. Effects of Water-Emulsified Fuel on a Diesel Engine Generator's Thermal Efficiency and Exhaust // Journal of the Air and Waste Management Association. – 2016. – No. 11. – P. 970-978.
12. Park J.W., Huh K.Y., Lee J.H. Reduction of NO_x, Smoke and Brake Specific Fuel Consumption with Optimal Injection Timing and Emulsion Ratio of Water-Emulsified Diesel // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. – 2001. – Vol. 215. – P. 83-93.
13. Markov V.A., Devyanin S.N., Zykov S.A., Gaidar S.M. Biofuel for internal combustion engines. – M.: SRC «Engineer», 2016. – 292 p.
14. Yoshimoto Y., Tamaki H. Reduction of NO_x and Smoke Emissions in a Diesel Engine Fueled by Biodiesel Emulsion Combined with EGR // SAE Technical Paper Series. – 2001. – No. 2001-01-0649. – P. 1-9.
15. Lin S.L., Lee W.J., Lee C.F., Chen S.J. Energy Savings and Emission Reduction of Nitrogen Oxides, Particulate Matter, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Adding Water-Containing Acetone and Neat Soybean Oil to a Diesel-Fueled Engine Generator // Energy Fuels. – 2010. – Vol. 24. – No. 6. – P. 4522-4533.
16. Lee W.J., Liu Y.C., Mwangi F.K. et al. Assessment of Energy Performance and Air Pollutant Emissions in a Diesel Engine Generator Fueled with Water-Containing Ethanol-Biodiesel-Diesel Blend of Fuels // Energy. – 2011. – Vol. 36. – No. 9. – P. 5591-5599.
17. Martins L.D., da S. Júnior C. R., Solci M.C., Pinto J.P. et al. Particle Emission from Heavy-Duty Engine Fuelled with Blended Diesel and Biodiesel // Environmental Monitoring and Assessment. – 2012. – Vol. 184. – P. 2663-2676.
18. Ribeiro N.M., Pinto A.C., Quintella C.M. et al. The Role of Additives for Diesel and Diesel blended (Ethanol or Biodiesel) Fuels: A Review // Energy Fuels. – 2007. – Vol. 21. – No. 4. – P. 2433-2445.
19. Use of vegetable oils and fuels based on them in diesel engines / V.A. Markov, S.N. Devyanin, V.G. Semenov et al. – M.: SRC «Engineer», 2011. – 536 p.
20. Lhotko V., Lukanin V.N., Khachiyan A.S. Application of alternative fuels in internal combustion engines. – M.: MADI (TU), 2000. – 311 p.
21. Babu A.K., Devaradjane G. Vegetable Oils and their Derivatives as Fuels for CI Engines: an Overview // SAE Technical Paper Series. – 2003. – No. 2003-01-0767. – P. 1-18.
22. Yoshimoto Y., Onodera M., Tamaki H. Performance and Emission Characteristics of Diesel Engines Fueled by Vegetable Oils // SAE Technical Paper Series. – 2001. – No. 2001-01-1807 / 4227. – P. 1-8.
23. Spessert B.M., Arendt L., Schleichner A. Influence of RME and Vegetable Oils on Exhaust Gas and Noise Emissions of Small Industrial Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. – 2004. – No. 2004-32-0070. – P. 1-15.
24. Lapuerta M., Armas O., Ballesteros R. Diesel Particulate Emissions from Biofuels Derived from Spanish Vegetable Oils // SAE Technical Paper Series. – 2002. – No. 2002-01-1657. – P. 1-7.
25. Hamasaki K., Tajima H., Takasaki K. et al. Utilization of Waste Vegetable Oil Methyl Ester for Diesel Fuel // SAE Technical Paper Series. – 2001. – No. 2001-01-2021. – P. 1-6.
26. Morimune T., Yamaguchi H., Konishi K. Exhaust Emissions and Performance of Diesel Engine Operating on Waste Food-Oil // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2000. – Vol. 66. – No. 641. – P. 294-299.
27. Sendari A., Fragioudakis K., Kalligeros S., Stournas S., Lois E. Impact of Using Biodiesels of Different Origin and Additives on the Performance of a Stationary Diesel Engine // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. – 2000. – Vol. 122. – No. 4. – P. 624-631.
28. Ashpina O. Rapeseed – a strategic culture // The Chemical Journal (Chemical Journal). – 2005. – No. 9. – P. 40-44.
29. Hemmerlein N., Korte V., Richter H. et al. Performance, Exhaust Emissions and Durability of Modern Diesel Engines Running on Rapeseed Oil // SAE Technical Paper Series. – 1991. – No. 910848. – P. 1-16.
30. Krahl J., Vellguth G., Munack A. et al. Exhaust Gas Emissions and Environmental Effects by Use of Rape Seed Oil Based Fuels in Agricultural Tractors // SAE Technical Paper Series. – 1996. – No. 961847. – P. 1-14.
31. Lotko W., Longwic R., Swat M. The Effect of Rape Oil – Diesel Oil Mixture Composition on Particulate Matter Emission Level in Diesel Engine // SAE Technical Paper Series. – 2001. – No. 2001-01-3388. – P. 1-4.
32. Hashimoto M., Dan T., Asano I., Arakawa T. Combustion of the Rape-Seed Oil in a Diesel Engine // SAE Technical Paper Series. – 2002. – No. 2002-01-0867. – P. 1-12.
33. Yoshimoto Y., Onodera M. Performance of a Diesel Engine Fueled by Rapeseed Oil Blended with Oxygenated Organic Compounds // SAE Technical Paper Series. – 2002. – No. 2002-01-2854. – P. 1-9.
34. Spessert B.M., Schleichner A. Einfluss von Biokraftstoffen auf die Abgas- und Geräuschemission kleiner Industriedieselmotoren // MTZ. – 2007. – Jg. 68. – No. 3. – S. 212-221.
35. Kapralov D.A., Troitsky A.A. Power plant on palm oil works in Italy // Turbines and diesel engines. – 2008. – No. 4. – P. 2-7.
36. Yoshimoto Y., Onodera M., Tamaki H. Performance of a Diesel Engine Using Transesterified Fuel from Vegetable Oil (Effects of Water Emulsification) // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2001. – Vol. 67. – No. 653. – P. 264-271.
37. Kinoshita E., Hamasaki K., Kite M., Kameda A. Diesel Combustion Characteristics of Emulsified Palm Oil Methyl Ester // Transactions of the JSME. Ser. B. – 2007. – Vol. 73. – No. 733. – P. 1965-1971.
38. Yoshimoto Y., Tamaki H. Reduction of NO_x and Smoke Emissions in a Diesel Engine Fueled by Biodiesel Emulsion Combined with EGR // SAE Technical Paper Series. – 2001. – No. 2001-01-0649. – P. 1-9.
39. Markov V.A., Pozdnyakov E.F., Shatrov V.I., Zherdev A.A., Strizhenov E.M. Investigation of a diesel engine with an adsorption system for the accumulation of natural gas // Transport on alternative fuel. – 2016. – No. 3. – P. 19-34.
40. Markov V.A., Zherdev A.A., Furman V.V., Kossova L.E. Technologies of using associated petroleum gas to generate electricity // AGZK + AT. – 2016. – No. 11. – P. 17-25.
41. Mechanical engineering. Encyclopedia. Volume IV. Engines of internal combustion. L.V. Grekhov, N.A. Ivashchenko, V.A. Markov et al. Ed. A.A. Alexandrov, N.A. Ivashchenko. – M.: Mechanical Engineering, 2013. – 784 p.
42. Zhegalin O.I., Patrakhaltsev N.N., Frenkel A.I. Catalytic converters of transport diesels. – M.: Mechanical Engineering, 1979. – 80 p.

P. 47

Features of design solutions for the placement and maintenance of energy storage units of a unitized machine technology of electric vehicles

Nikolay Fil'kin, Sergey Zykov, Rinat Shaikhov, Andrey Tatarkin

The relevance of forming engineering problems, placement and operation of the power storage unit of the unitized machine technology of electric vehicles (UMTEV) are substantiated in the article. The necessity and validity of carrying out the preliminary design and analytical work on the assessment of the capacitive power characteristics of storage batteries of various types, as well as their geometric and dimensional parameters, within the framework of the formation of the basic requirements for the construction of the UMTEV car frame system are shown. The combined ladder and backbone frame as the most rational for UMTEV is considered. The article focuses on the design features of maintenance and replacement of the battery pack, since this is one of the main operational indicators of the efficiency of electric vehicles.

Keywords: electric transport, rechargeable battery.

References

1. N. Filkin. Techniques for optimizing the design parameters of the power plant of a transport vehicle. – Izhevsk: IzhSTU, 2001. – 79 p.
2. N. Filkin. Approach to structural optimization of the hybrid car design / Filkin N.M., Golub T.Yu., Mazets V.K. // Intellectual systems in production. – 2007. – No. 2 (22) – P. 74-75.
3. Mazets V.K. Algorithm for the creation of a car equipped with a hybrid power plant / Mazets V.K., Filkin N.M. // Intellectual systems in production. – 2014. – No. 1 (23). – P. 64-66.

P. 54

High-precision calculation of liquefied hydrocarbon gases in transport tanks

Victor Tereshin, Sovlukov Alexander

Engineering solutions that provide reliable measurements of the mass of liquefied hydrocarbon gases (LHG) when draining from transport tanks (tank trucks and railroad tank cars) are considered in the article. A new approach to the calibration of tanks using LHG as a processing medium is proposed.

Keywords: liquefied hydrocarbon gas, measurement, mass, tank calibration, measuring systems.

References

1. Gauzner S.I., Kivilis S.S., Osokina A.P., Pavlovsky A.N. Measurement of mass, volume and density. – M.: publishing house of standards, 1982. – 528 p.
2. Rachevsky B.S. Liquefied hydrocarbon gases. – M.: Oil and Gas, 2009. – 640 p.
3. Zorya E.L., Yakovlev A.L., Larionov S.V. Determination of the mass of liquefied hydrocarbon gases when receiving, storing and dispensing to consumers. – M.: Nedra, 2012. – 197 p.
4. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Measurement of liquefied petroleum gas in the tank by radio-frequency techniques // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2004. – V. 53. – No. 4. – P. 1255-1261.
5. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Radio-frequency method of measuring the quantitative parameters of liquefied hydrocarbon gases in tanks // Measuring technique. – 2005. – No. 10. – P. 68-71.
6. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Measurement of the amount of liquefied hydrocarbon gas in the tank // Measuring technique. – 2006. – No. 2. – P. 40-42.
7. Sovlukov A.S., Tereshin V.I. Radio frequency measurements of the mass of liquefied hydrocarbon gas in a tank. // Sensors and systems. – 2012. – No. 12. – P. 41-45.

Авторы статей в журнале № 4 (64) 2018 г.

Денисов Александр Дмитриевич,
старший преподаватель кафедры «Технологии машиностроения и систем автоматизированного проектирования» (ТМС и САПР) Коломенского института (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», тел.: +7 (916)-928-77-81, e-mail: dad_888@mail.ru

Дрыгина Юлия Николаевна,
главный специалист ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 115583, Москва, а/я 130, тел.: +7 (498) 657-43-92, e-mail: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

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

Зыков Сергей Анатольевич,
доцент ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», к.т.н., тел.: +7 (916) 033-34-23, e-mail: zykov.sa@yandex.ru

Камалтдинов Вячеслав Гилимянович,
д.т.н., профессор кафедры «Двигатели внутреннего сгорания и электронные системы автомобилей» Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ), тел.: 8-777-00-11, +7 (967)-863-40-18, e-mail: vkamaldinov@yandex.ru

Кошевой Иван Вадимович,
магистр кафедры «Поршневые двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана, тел.: +7 (925)-365-15-34, e-mail: koshevoi1534@yandex.ru

Люгай Станислав Владимирович,
к.т.н., директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Марков Владимир Анатольевич,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Поршневые двигатели» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), тел.: +7 (917) 584-49-54, e-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

Поздняков Евгений Федорович,
к.т.н., генеральный директор ЗАО «Форант-Сервис», г. Ногинск, тел.: +7 (495) 773-57-72, e-mail: pef07@mail.ru

Совлуков Александр Сергеевич,
профессор, гл. научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва), д.т.н., тел. моб.: +7 (917)552-69-23, e-mail: sovlukov@yandex.ru

Татаркин Андрей Михайлович,
аспирант ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет», e-mail: alfaprot@yandex.ru

Терешин Виктор Ильич,
к.т.н., генеральный директор ЗАО «Техносенсор» (г. Санкт-Петербург). Тел.: +7 (812) 369-91-64. Тел. моб.: +7 (911) 159-40-19, e-mail: technosensor@yandex.ru

Тимофеев Владимир Валентинович,
ведущий инженер лаборатории «Прогнозирования использования и экономики газомоторного топлива Центра использования газа» ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., тел.: +7 (498) 657-42-05, e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Филькин Николай Михайлович,
профессор ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», д.т.н., р.г. +7 (3412) 59-38-26, м.т. 8 912 448-17-01, e-mail: fnm@istu.ru

Шаихов Ринат Фидарисович,
доцент ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», к.т.н., тел.: +7 (902)644-90-14, e-mail: tsat@pgsha.ru

Contributors to journal issue No 4 (64) 2018

Denisov Alexander,
Senior Professor, Moscow Polytechnic University, The branch in Kolomna, Department of Mechanical Engineering and Computer-aided design systems, phone: +7 (916)928-77-81, e-mail: dad_888@mail.ru

Drygina Yulia,
leading specialist, LLC Gazprom VNIIGAZ, office phone: +7 (498) 657-41-35, e-mail: Y_Drygina@vniigaz.gazprom.ru

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

Fil'kin Nikolay,
Professor, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Doctor of Technical Sciences, e-mail: fnm@istu.ru

Kamaldinov Vjacheslav,
D. Sc. (Eng.), professor of «Internal combustion engines» department of the South Ural State University, Chelyabinsk, e-mail: vkamaldinov@yandex.ru

Koshevoy Ivan,
master's degree candidate, Department of Piston Engines, Bauman Moscow State Technical University, phone: +7 (925)-365-15-34, e-mail: koshevoi1534@yandex.ru

Lyugay Stanislav,
PhD, Director of the Centre «Gas Use», JSC «Gazprom VNIIGAZ», tel.: +7 (498) 657-42-05, e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Markov Vladimir,
D. Sc. (Eng.), professor of «Piston engines» department of the Bauman Moscow State Technical University, phone: +7 (917) 584-49-54, e-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

Pozdnyakov Evgeny,
General Director of «Forant-Service» venture, Ph.D., phone: +7 (495) 773-57-72, e-mail: pef07@mail.ru

Shaikhov Rinat,
PhD, Associate Professor, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, e-mail: tsat@pgsha.ru

Sovlukov Alexander,
Professor, Chief researcher, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Doctor of Technical Sciences. Phone mobile: +7 (917) 552-6923. e-mail: sovlukov@yandex.ru

Tatarkin Andrey,
postgraduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, e-mail: alfaprot@yandex.ru

Tereshin Victor,
PhD, General Director of Technosensor Co. (Saint-Petersburg, Russia). Phone: +7 812 369-9164. Phone mobile: +7(911) 159-4019. e-mail: technosensor@yandex.ru

Timofeev Vladimir,
leading engineer of Laboratory of forecasting gas motor fuel use and economics of the Centre «GAS USE» of LLC «Gazprom VNIIGAZ», Ph.D., phone: +7 (498) 657-42-05, e-mail: V_Timofeev@vniigaz.gazprom.ru

Zykov Sergey,
PhD, associate professor, Udmurt State University, e-mail: zykov.sa@yandex.ru