



ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

ISSN 2073-1329

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ВКЛЮЧЕН
В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

№ 1 (37)
2014



Метан на газомоторном рынке: итоги 2013

Автомобили с водородными поршневыми двигателями

Новый путь освоения энергетических ресурсов Севера

Учредитель и издатель

НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА)

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

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

Члены редакционной коллегии

Б.В. Будзуляк

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

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

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

Т.В. Климова

начальник службы по связям с общественностью
и СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

С.И. Козлов

профессор, д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.,

исполнительный директор НГА

В.А. Марков

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

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

профессор Российского университета

дружбы народов, д.т.н.

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

вице-президент НГА, к.т.н.

В.Н. Фатеев

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

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (965) 439 80 23

Отдел подписки и рекламы

М.И. Амурская

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н,

п. Развилка, а/я 253

Тел.: +7 (965) 439 80 23

www.ngvrus.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ООО «Принт-Лидер»,

117186, Москва, ул. Нагорная, д. 15, корп. 8

Номер заказа

Сдано на верстку 25.12.2013 г.

Подписано в печать 25.01.2014 г.

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

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,

опубликованной в рекламных материалах.

На обложке:

первый многотопливный автозаправочный
комплекс в Санкт-Петербурге
(фото пресс-службы ОАО «Газпром»)

В НОМЕРЕ

Обращение Председателя Совета директоров ОАО «Газпром» Виктора Зубкова	3
Метан на газомоторном рынке: итоги 2013	4
Патрахальцев Н.Н., Камышников Р.О., Савастенко Э.А., Скрипник Д.В. Снижение дымности отработавших газов дизеля путем добавки альтернативных топлив к основному	9
Козлов С.И., Фатеев В.Н., Люгай С.В. Автомобили с водородными поршневыми двигателями	15
Евстифеев А.А. Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПП на АГНКС	24
Поживилов Н.В. Методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса	32
Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Коклин И.М. Использование природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственной техники	40
Федоров Е.П., Яновский Л.С., Варламова Н.И., Разносчиков В.В., Демская И.А. Получение из гидрата природного газа газообразного и жидкого метана – новый путь освоения энергетических ресурсов Севера	53
Пронин Е.Н. Муниципальный автобус на метане	60
Автомобильный биометан – опыт Финляндии	62
Польша: пионерные СПГ-решения	63
Shell и Caterpillar на газомоторном рынке	65
Маржинальность КПП в США	67
Белоруссия: МАЗ и газ вместе	69
Мировой рынок природного газа в качестве моторного топлива по состоянию на ноябрь 2013 г.	70
По пути наибольшего сопротивления	72
Движение по кругу	74
Abstracts of articles	76
Авторы статей в журнале № 1 (37) 2014 г.	77
Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2013 г.	78

Registered with the Federal Service for Supervision in Mass
Communications and Cultural Heritage Protection
Printed Matter Registration Certificate No. FS77-30114

Founder and Publisher

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

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybul'sky, P.G.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Budzulyak, B.V.

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

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

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

Klimova, T.V.

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

Kozlov, S.I.

Professor, Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

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

Markov, V.A.

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

Nikolaenko, A.V.

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

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

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

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.I.

vice-president, NGVRUS, Candidate of Science

Fateev, V.N.

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

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Phone.: +7 (965) 439 80 23

Subscription and Distribution Department

Amurskaya, M.I.

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

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

Moskovskaya obl, 142717

Phone.: +7 (965) 439 80 23

www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 25.12.2013

Endorsed to be printed on 25.01.2014

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

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

When copying materials, a reference «Alternative Fuel Transport»

International Scientific and Technical Magazine is obligatory.

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

CONTENTS

Finals results of methane using on the gas-vehicle market in 2013	4
Nikolay Patrakhaltsev, Roman Kamishnikov, Eduard Savastenko, Dmitry Skripnik	
Diminution of Diesel Escaped Gases Smoke by Adding an Alternative Fuels to Diesel Fuel	9
Sergey Kozlov, Vladimir Fateev, Stanislav Lyugayi	
Piston hydrogen vehicle engines	15
Andrey Evstifeev	
Mathematical Model of Refueling Vehicles at CNG Station	24
Nikita Pozhivilov	
The Technique of Definition of Optimal Service Life of the Bus M2 Category	32
Gennadiy Savelyev, Maxim Kochetkov, Eugeny Ovchinnikov, Ivan Koklin	
Technical and economic Calculation of the Natural Gas usage as a Motor Fuel for Agricultural Machinery	40
Evgeny Fedorov, Leonid Yanovsky, Nataliya Varlamova, Vladimir Raznoschikov, Ilyana Demskaya.	
Obtaining Gaseous and Liquid Methane from Natural Gas Hydrate – a New Path of the Energy Resources Development on the North	53
Eugene Pronin	
Municipal bus working on methane	60
Finland practicing vehicle biomethane usage	62
First steps towards the adaptation of LNG in Poland	63
Shell and Caterpillar at the gas-engine market	65
Marginality of CNG in the USA	67
Republic of Belarus. Minsk automobile plant now phase in gas usage	69
Abstracts of articles	76
Contributors to journal issue No. 1 (37) 2014	77

Уважаемые читатели!

В 2013 году Правительство России дало старт масштабной программе по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива. Началась новая история развития газомоторной отрасли страны. Газификация транспорта – важный шаг к повышению экономической и энергетической эффективности Российской Федерации.

Координировать этот глобальный процесс поручено «Газпрому», его дочерней специализированной компании «Газпром газомоторное топливо» – единому оператору рынка газомоторного топлива РФ. Нами ведется активная работа с регионами, лидерами отечественного и зарубежного автомобилестроения, финансовыми институтами и другими участниками.

Сегодня региональные власти разрабатывают необходимую законодательную базу и закупают транспорт на метане, автопроизводители расширяют модельный ряд новыми образцами газомоторной техники, перевозчики предпринимают важные шаги по эффективной эксплуатации газомоторного транспорта.

В 2014 году работа по развитию рынка будет продолжена. В планах ООО «Газпром газомоторное топливо» – строительство газомоторной инфраструктуры: заправочных станций и центров сервисного обслуживания газобаллонных автомобилей. Наша цель – создание масштабной газозаправочной сети, которая сделает использование метана доступным в каждом регионе России.

Планы по развитию рынка газомоторного топлива и строительству инфраструктуры, мнения экспертов, предложения по созданию эффективных механизмов государственного регулирования отрасли – темы, которые мы призываем активно обсуждать на страницах журнала «Транспорт на альтернативном топливе».

От лица компании «Газпром» я хочу поблагодарить редакцию журнала за интерес к теме и предоставленную возможность делиться новостями и актуальной информацией на страницах издания.



Виктор Зубков,
Председатель Совета директоров ОАО «Газпром»

Метан на газомоторном рынке: итоги 2013

Внедрение природного газа в качестве моторного топлива вышло на качественно новый уровень. В прошлом году Россия поддержала мировой тренд применения альтернативного автомобильного топлива. В мае Правительство издало распоряжение о переводе на метан половины общественного транспорта и техники крупных городов. Это послужило отправной точкой масштабного развития газомоторной отрасли. С целью синхронизации действий всех ее участников по решению ОАО «Газпром» создана специализированная компания – «Газпром газомоторное топливо», которой присвоен статус единого оператора рынка. Первый год работы компании показал, что рынок автомобильного топлива ждет кардинальные перемены.

Регионы переходят на газ

В 2013 году процесс перевода транспорта на метан стартовал во многих регионах России. Компания «Газпром газомоторное топливо» подписала пакет соглашений, направленных на расширение использования природного газа в качестве моторного топлива. Договоренности были достигнуты с 15 крупнейшими регионами и агломерациями России, в числе которых Москва, Санкт-Петербург, Краснодарский край, Республика Татарстан и другие.

Для перевода пассажирского автомобильного транспорта, специальной и коммунальной техники на природный

газ руководство регионов и ООО «Газпром газомоторное топливо» консолидируют усилия по вопросам строительства новых и модернизации действующих объектов газомоторной инфраструктуры, включая автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС), многопливные заправокные станции и пункты обслуживания газобаллонного оборудования. Немаловажным направлением совместной деятельности также является создание правовой базы газомоторной отрасли. Разработку и принятие соответствующих актов организуют в пределах своей компетенции региональные власти.



Некоторые субъекты РФ интегрировали мероприятия Соглашений в уже имеющиеся собственные программы стимулирования использования метана в качестве моторного топлива. К примеру, в Республике Татарстан разработана программа «Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан на 2013–2023 годы». Результатом ее реализации станет строительство и ввод в эксплуатацию 60 новых и 150 дочерних АГНКС, приобретение 15 тыс. единиц техники, работающей на метане. По расчетам экспертов, это позволит снизить объем выбросов загрязняющих веществ в республике на 1,57 тыс. тонн ежегодно. Аналогичный процесс расширения парка транспорта и техники на экологичном топливе начался и в других регионах. Санкт-Петербург в конце года получил партию метановых

автобусов, а в течение 2014 года город планирует запустить на линию 80 мусоровозов на природном газе.

Наличие стартовой инфраструктуры, поддержка региональных властей и координация всех процессов компанией «Газпром газомоторное топливо» – факторы, которые в сумме выступают драйвером газификации транспорта в регионах.

Инвестиции в инфраструктуру

Сегодня на территории России функционируют 246 АГНКС, 210 из которых эксплуатируют компании Группы «Газпром». Очевидно, что их мощности не хватит, чтобы удовлетворить растущий спрос на метан.

Если в 2006 году в России природным газом заправлялись 60 000 автомобилей, то сегодня эта цифра приближается к 90 000.

Ключевая задача ООО «Газпром газомоторное топливо» – строительство газомоторной инфраструктуры. Она предусматривает создание сети более чем из 2000 метановых АЗС до 2020 года по всей России.

Весьма эффективным инструментом развития газозаправочной сети станет дооборудование бензиновых АЗС блоками заправки метаном. По этому направлению «Газпром газомоторное топливо» сотрудничает с рядом нефтяных компаний – «Газпром нефть», «Газпром газэнергосеть», «Татнефть». Компании совместно реализуют комплекс мер по

размещению модулей заправки компримированным (КПГ) и сжиженным (СПГ) природным газом на своих АЗС. В результате необходимая инфраструктура для обслуживания городского общественного и коммунального транспорта появится к началу 2015 года.

«Газпром газомоторное топливо» ведет строительство объектов в соответствии с графиками перевода транспорта на метан в регионах. Это своего рода график синхронизации. К моменту открытия новых инфраструктурных объектов они должны быть обеспечены достаточным количеством потребителей. Синхронизация процессов позволит к первому году работы загрузить новые метановые заправки на 15–30 %, а к третьему году – до 70–75 %.



Финансовые инструменты

Стратегическим партнером ООО «Газпром газомоторное топливо» по финансированию проектов строительства инфраструктурных объектов выступает ОАО «Газпромбанк». Сотрудничество с лидером финансового сектора – залог успешной реализации инвестиционных планов единого оператора.

С целью обеспечения российских потребителей возможностью выгодного приобретения транспорта на метане ООО «Газпром газомоторное топливо»

взаимодействует со Сбербанком России и ЗАО «Сбербанк Лизинг». Доступность метанового транспорта имеет важное значение для развития отечественного рынка газомоторного топлива. Поэтому банки создают специальные лизинговые программы, которые предполагают низкие процентные ставки. Государство со своей стороны предложит стимулы и льготы. Уже сейчас правительство рассматривает варианты снижения транспортного налога для автомобилей на метане.

7



Метановый транспорт

Важно, что к сотрудничеству с единым оператором подключились лидеры российского и зарубежного рынков автомобилестроения: КАМАЗ, ГАЗ, Volvo, Scania, MAN, Iveco и другие. Все они имеют достаточный опыт производства газобаллонного транспорта и техники. В планах компании – дальнейшее привлечение к сотрудничеству лидеров автопрома

для обеспечения российского потребителя широким выбором техники, работающей на метане.

Сегодня КАМАЗ, ВОЛГАБАС, «Группа ГАЗ», «Кировский завод» серийно выпускают автобусы и технику на природном газе. Уже имеется и положительный опыт использования такой техники. Во время проведения Всемирной Универсиады в Казани было



задействовано 130 автобусов НЕФАЗ на метане, которые работали по 16 часов в сутки на протяжении месяца. Расходы на заправку метаном составили 1,68 млн руб. Если бы вместо этих автобусов использовались дизельные аналоги, то топливные затраты возросли бы практически в два раза – до 3,34 млн руб.

В скором времени отечественный метановый транспорт станет доступен и для частного сегмента. Уже в 2014 году АВТОВАЗ планирует представить первый серийный легковой газовый автомобиль, который будет оснащен двухтопливной системой с возможностью использования бензина и метана.



Отраслевой прогноз

Рынок газомоторного топлива России обладает большими перспективами развития. Согласно прогнозам, объем потребления метана на транспорте к 2020 году в стране должен увеличиться до 10,4 млрд м³. Это практически 30-кратный рост по отношению к сегодняшнему уровню.

В 2013 году, по сути, была заложена основа для успешного развития новой отрасли. Филиалы «Газпром газомоторное топливо» открыты в девяти городах: Санкт-Петербурге, Москве, Казани, Ставрополе, Краснодаре, Самаре, Томске, Екатеринбурге, Калининграде.

В зону ответственности каждого из филиалов входит от одного до двадцати одного субъекта РФ.

Единый оператор обозначил реальные перспективы применения метана на транспорте. Достигнутые соглашения, планы строительства инфраструктуры, зафиксированные обязательства – все это позволяет говорить о начале масштабного процесса газификации транспорта, в котором «Газпрому» принадлежит ключевая роль.

Служба по связям
с общественностью и СМИ

ООО «Газпром газомоторное топливо»

Снижение дымности отработавших газов дизеля путем добавки альтернативных топлив к основному

Н.Н. Патрахальцев, профессор РУДН, д.т.н.,
Р.О. Камышников, аспирант РУДН,
Э.А. Савастенко, аспирант РУДН,
Д.В. Скрипник, магистрант РУДН

Представлены результаты экспериментальных исследований возможностей снижения дымности отработавших газов дизелей путем оперативной (во время работы дизеля) добавки к основному топливу различных альтернативных топлив. Таким же путем возможно форсирование дизеля по мощности без превышения допустимого уровня дымности ОГ.

Ключевые слова:

дизель, альтернативное топливо, дымность выбросов, форсирование по мощности, регулирование.

При полной нагрузке авто-тракторного дизеля, то есть при работе по внешней характеристике, дымность его отработавших газов (ОГ) укладывается в существующие нормы, как правило, в диапазоне частот вращения от $n_{\text{ном}}$ до $0,5 n_{\text{ном}}$. При дальнейшем снижении частоты вращения дымность возрастает недопустимо. Последнее

особенно характерно для двигателей со свободным газотурбинным наддувом [1]. Для снижения дымности традиционно используют антидымные корректоры, которые уменьшают цикловые подачи топлива при пониженных частотах. Иногда выполняют регулирование дизеля на повышенную минимальную частоту вращения (например, устанавливают $n_{\text{мин}} = 0,5 n_{\text{ном}}$).

Для дизелей с газотурбинным наддувом проблему решают применением регулируемого наддува и системы Максидайн (то есть с потерей мощности на режимах вблизи номинального). Для снижения дымности также используют антидымные присадки к дизельному топливу (ДТ) на всех режимах и физико-химическую обработку ОГ, например, фильтрацию.

В то же время экспериментально доказана возможность снижения дымности ОГ при использовании топлива с добавкой 10...20 %, например, сжиженного нефтяного газа – сжиженного пропан-бутана топливного (СПБТ), диметилэфира (ДМЭ), спиртов, некоторых растительных масел и т.д. [2]. Применение таких смесевых топлив для постоянного питания дизеля может быть экономически не выгодно. Однако кратковременное, эпизодическое применение добавки СПБТ, ДМЭ или спирта к дизельному топливу только на режимах повышенных нагрузок из малоразмерных, редко заправляемых емкостей избавляет от указанных проблем. Операции организации работы дизеля в этом случае могут выглядеть следующим образом. При полной или близкой к ней нагрузке дизеля и снижении частоты вращения ниже установленного уровня (например, $0,5 n_{ном}$) включается подача добавки в линию высокого давления (ЛВД) вблизи форсунки, где образуется смесевое топливо, которое затем обычным порядком впрыскивается в цилиндры дизеля.

Возможность оперативного изменения состава топлива, впрыскиваемого в дизель, причем с помощью практически штатной топливной

системы появилась после создания систем топливоподачи с регулированием начального давления (РНД) топлива в ЛВД перед очередным циклом впрыскивания. Такая система содержит клапан РНД 5 (рис. 1), подключенный к линии высокого давления 3 вблизи форсунки 4 и связанный с источником добавки 6, в качестве которой первоначально для регулирования начального давления ($p_{нач}$) применялось штатное дизельное топливо.

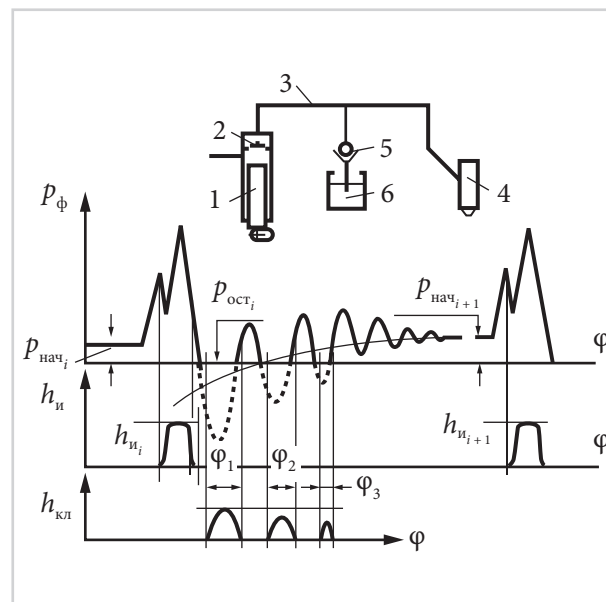


Рис. 1. Схема системы топливоподачи с клапаном РНД и схемы осциллограмм изменения давления топлива у форсунки (p_{ϕ}), хода иглы форсунки ($h_{и}$) и хода клапана РНД ($h_{кл}$):

1 – топливный насос высокого давления (ТНВД); 2 – нагнетательный клапан ТНВД; 3 – линия высокого давления; 4 – форсунка закрытого типа; 5 – клапан РНД; 6 – емкость с добавкой; $p_{нач}$, $p_{ост}$ – начальное и остаточное давления в ЛВД; ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 – периоды, когда в ЛВД создано разрежение или пониженное давление

Если источник добавки заполнен некоторым альтернативным топливом, присадкой, то система начинает выполнять физико-химическое регулирование (ФХР) дизеля, то есть регулирование рабочего процесса дизеля изменением его физико-химических и моторных свойств [3]. В таких системах достигается как главный эффект – регулирование состава топлива, так и вспомогательные, но важные эффекты – регулирование начального давления топлива в линии высокого давления, характеристик распыливания и распределения топлива, показателей факела распыленного топлива и т.д.

На осциллограммах (см. рис. 1) показано, что открытие клапана РНД происходит тогда, когда волна разрежения, сформированная при отсечке подачи и посадке нагнетательного клапана на седло, подходит к клапану 5 РНД. Он открывается, и добавка вводится в ЛВД вблизи форсунки. В очередном цикле смесевое топливо обычным порядком впрыскивается в цилиндр.

С помощью таких систем проведены исследования с добавкой к дизельному топливу СПБТ, спирта, водорода, ДМЭ, различных пусковых жидкостей, синтетических и других жидких, газообразных и даже твердых веществ [4].

Известны предложения о регулировании дымности дизеля по сигналу от датчика превышения ее допустимого уровня. Подача СПБТ, спирта, ДМЭ и т.д. может включаться по сигналу о повышенном дымлении. Очевидно, что в этом случае система регулирования будет пригодна и для

регулирования дымности (рис. 2) при неустановившихся режимах работы дизеля (разгоны, набросы нагрузки и т.д.).

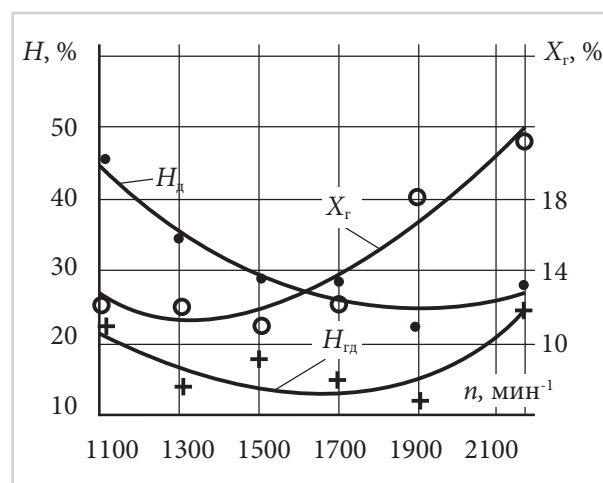


Рис. 2. Сравнительные характеристики дымности ОГ дизеля типа ЯМЗ-236 и газодизеля на его базе с внутренним смесобразованием при реализации одной и той же внешней скоростной характеристики (у газодизеля положение рейки меняется от 83 % на номинальном режиме до 94 % на минимальной частоте вращения):
 X_r – содержание СПБТ в смеси с ДТ;
 H_d и $H_{гд}$ – дымность дизеля и газодизеля по Харттриджу

На рис. 3 приведены сглаженные экспериментальные характеристики дизеля ЯМЗ-238 (8Ч13/14) при использовании добавок СПБТ к основному дизельному топливу. Добавка проведена путем ввода СПБТ в ЛВД штатной топливной системы через клапан РНД, установленный у штуцера форсунки. Показано, что применением добавки можно снизить дымность ОГ дизеля во всем диапазоне скоростных режимов, причем на номинальном режиме – с 35 до 30 %.

У дизеля предел дымления превышает уже при $n < 1600 \text{ мин}^{-1}$ (точка 1). У газодизеля предел дымления превышает лишь после точки 2, то есть ниже 900 мин^{-1} .

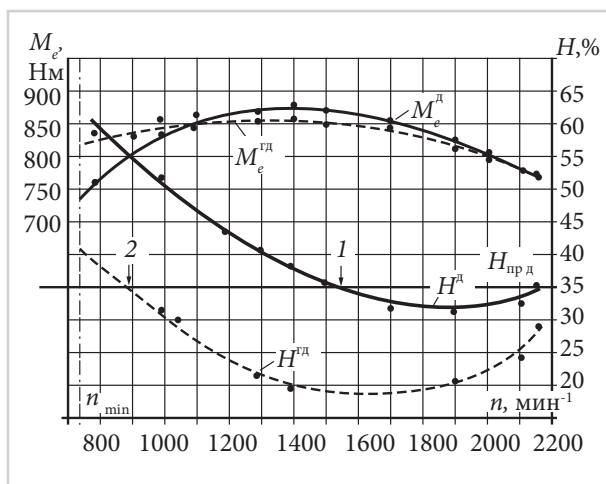


Рис. 3. Внешние скоростные характеристики (BCX) дизеля типа ЯМЗ без наддува (д) и газодизеля малодымного (гд) с внутренним смесеобразованием и питанием смесью СПБТ + ДТ:

H – дымность ОГ по Хартриджу; $H_{пр д}$ – дымность предела дымления; BCX дизеля – при положении рейки $h_p = 100 \%$; BCX газодизеля – при $h_p = 82 \%$

На рис. 4 показано изменение содержания СПБТ в смешанном топливе в зависимости от скоростного режима. Оно определяется характеристикой изменения остаточного давления в ЛВД топливной системы и никакими другими средствами не регулируется.

Возрастание доли СПБТ в смешанном топливе при росте частоты вращения коленчатого вала от средней к номинальной является желательным приемлемым явлением. А увеличение доли СПБТ в области пониженных

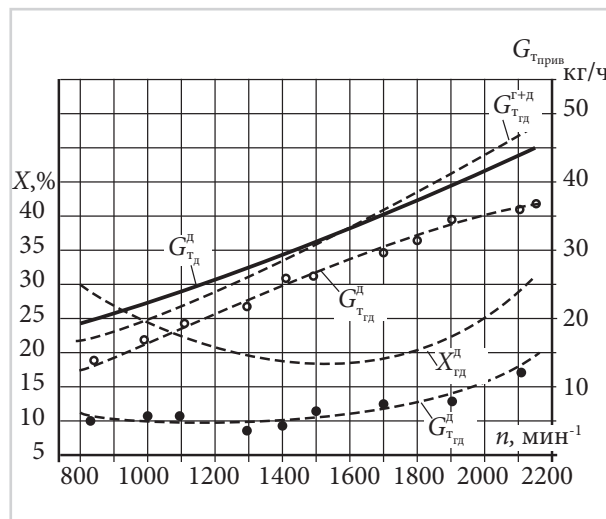


Рис. 4. Изменение часовых расходов G_t дизельного (д), газового (г) и смешанного (г+д) топлив при работе по внешней характеристике дизельного двигателя типа ЯМЗ (д) и газодизеля (гд) на его базе:

$X_{г д}$ – доля СПБТ в смешанном с дизельным топливом; положения реек для дизеля 100 %, для газодизеля – 82 % при одинаковых номинальных моментах (расходы СПБТ и смешанного топлива приведены по теплоте сгорания к дизельному топливу)

частот вращения нежелательно ввиду понижения теплового состояния дизеля и заряда, что может привести к нарушению стабильности работы двигателя как из-за снижения цетанового числа смешанного топлива, так и из-за понижения температуры факела, связанной с повышенной тепловой парообразования СПБТ. Для газодизеля положение рейки 82 % на номинальном режиме обеспечивает получение того же крутящего момента, что и у дизеля при $h_p = 100 \%$, так как около 25 % цикловой подачи вводится через клапан РНД.

У дизеля типа Д-240 (4Ч11/12,5) снижение дымности ОГ благодаря

добавке к топливу СПБТ особенно ощутимо на повышенных частотах вращения (рис. 5). При этом доля СПБТ во всем диапазоне изменения частоты вращения при постоянном положении рейки меняется в пределах 5...7 % от среднего для данной нагрузки уровня. А вот со снижением нагрузки от 100 до 25 % она возрастает от 17 до 45 %. Такие расходы СПБТ через клапан РНД (при выбранных его конструктивных признаках) определяются особенностями системы топливоподачи, а также волновым процессом, который имеет место в ЛВД после отсечки подачи и посадки нагнетательного клапана ТНВД в седло.

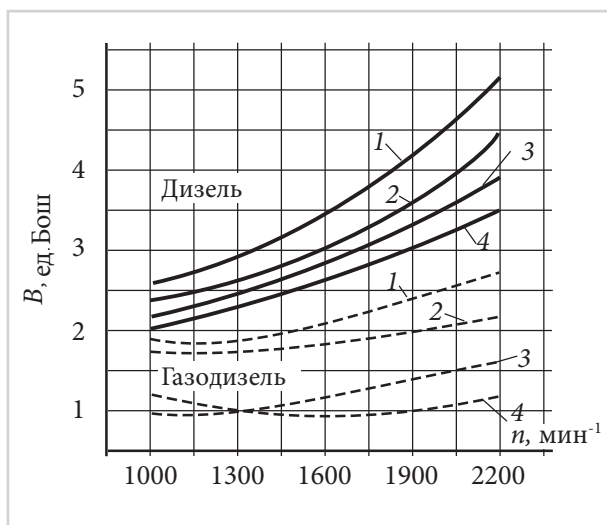


Рис. 5. Сравнение внешних и частичных скоростных характеристик дизеля Д-240 (4С11/12,5) и газодизеля с внутренним смесеобразованием на его базе (смесь СПБТ и ДТ) по показателям дымности (B) отработавших газов.

Для дизеля: 1 – положение рейки ТНВД $h_p=100\%$; 2 – $h_p=75\%$; 3 – $h_p=50\%$; 4 – $h_p=25\%$; для газодизеля за 100 % принято положение рейки ТНВД $h_p=84\%$

Следует отметить, что даже на частичных нагрузках стабильность работы двигателя не нарушается, если доля СПБТ не превышает 50...60 % (для прогретого двигателя).

Добавка СПБТ (рис. 6) через клапан РНД топливной системы дизеля типа Д-242 снижает дымность ОГ на 40...50 % на номинальном скоростном режиме и до 15...40 % в области низких скоростных режимов.

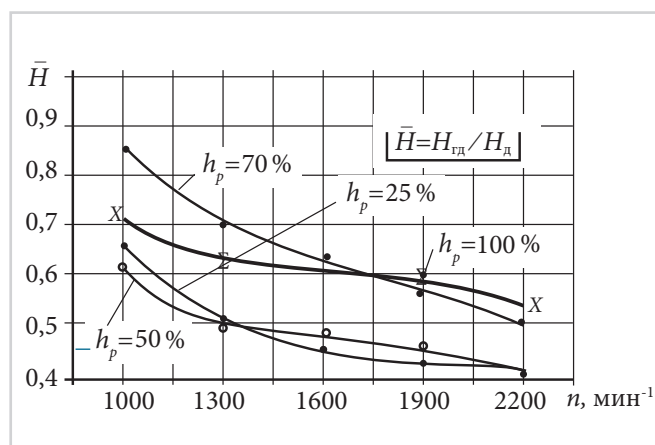


Рис. 6. Изменение относительной дымности (\bar{H}) отработавших газов дизеля типа Д-242 во всем диапазоне скоростных и нагрузочных режимов при добавке СПБТ к ДТ через клапан РНД:

д – дизель; гд – газодизель (работа с добавкой СПБТ к ДТ)

Характеристики дымности (рис. 7) получены при испытаниях на установившихся режимах при работе двигателя по ВСХ следующим образом: $B_{дт}$ – работа дизеля на ДТ по внешней скоростной характеристике; $B_{кор}$ – работа дизеля с добавкой легких синтетических парафиновых углеводородов (ЛСПУ) к дизельному топливу через клапан РНД. Причем положение рейки подобрано таким, чтобы чтобы

номинальные моменты при работе на ДТ и ДТ с добавкой альтернативного топлива были одинаковы (характеристика названа корректорной или малодымной). Характеристика V_{ϕ} названа форсированной и получена при условии, что дымность ОГ на номинальном режиме у дизеля и газодизеля была одинаковой (благодаря такой регулировке мощность возрастает). Характеристика $V_{\phi-ж}$ названа форсажной, так как положения рейки в этом случае подбирались с целью поддержания дымности на уровне предела дымления. В этом случае мощность двигателя еще более возрастает.

Таким образом, добавкой ЛСПУ, СПБТ, спирта и др. удастся снизить уровень дымности ОГ. Следовательно, если принять, что ограничительным параметром при форсировании двигателя является прежде всего дымность, то появляется возможность

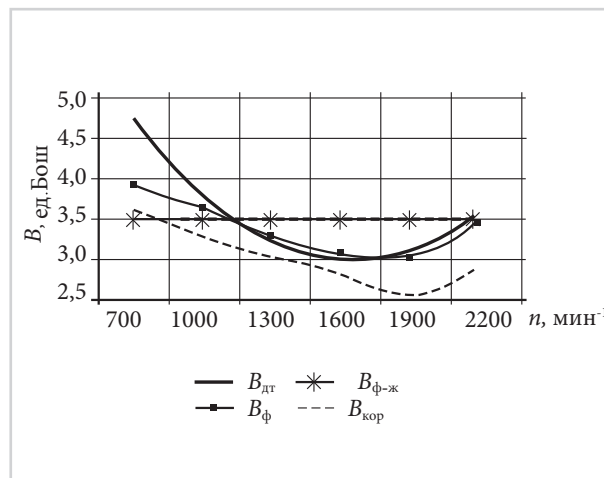


Рис. 7. Изменение характеристик дымности ОГ (V) дизеля 4С11/12,5 при добавках ЛСПУ

форсировать двигатель по составу горючей смеси, а следовательно и по развиваемой мощности без превышения установленного предела дымления $V_{пр д}$.

Литература

1. Патрахальцев Н.Н., Савастенко А.А. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом. – М.: Легион-Автодата. – 2004. – 176 с.
2. Патрахальцев Н.Н., Силин Е.Л., Камышников О.В. Эффективность использования СУГ для организации газодизельного процесса с внутренним смесеобразованием // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 2 (2). – С. 22–25.
3. Патрахальцев Н.Н. Регулирование ДВС методом изменения физико-химических свойств моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 3 (15). – С. 26–32.
4. Патрахальцев Н.Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 267 с.: ил.

Мировой парк машин на метане близок к 20 миллионам

Мировая статистка рынка природного газа в качестве моторного топлива продолжает радовать. По данным на ноябрь 2013 г. мировой парк машин, использующих метан в качестве главного топлива, приближается к 20 млн ед. Продолжается ранее спрогнозированное ускорение темпов роста рынка по ключевым показателям: спрос на КПГ и СПГ, численность АГНКС и парка газовых автомобилей.

Ученный спрос на природный газ по-прежнему оценивается примерно в 30 млрд м³ газа в год. Пока отсутствуют данные по таким развитым рынкам природного газа на транспорте как Китай (вероятно, годовое потребление составляет там не менее 5 млрд м³ в год), Мьянма, Узбекистан, Япония (годовое потребление оценивается в 1 млрд м³ в каждой из этих стран). Эти крупные и более мелкие «неучтенные» рынки могут в сумме потреблять еще около 10 млрд м³.

Если же использовать теоретическую модель агентства NGV Communications Group, то мировое потребление метана уже сегодня должно составлять не менее 80 млрд м³ в год.

Автомобили с водородными поршневыми двигателями

С.И. Козлов, профессор, д.т.н.,

В.Н. Фатеев, заместитель директора Центра физико-химических технологий НИЦ «Курчатовский институт», профессор, д.х.н.,

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

Приводятся описания выполненных систем хранения газообразного и жидкого водорода на борту (в том числе и с металлгидридными аккумуляторами), мероприятий по адаптации двигателей к работе на водороде и предупреждению обратных вспышек. Представлены системы подачи газообразного и жидкого водорода в двигатель автобуса и легковых автомобилей, системы регулирования водородных двигателей, а также результаты стендовых и дорожных испытаний автомобилей с водородными двигателями на токсичность отработавших газов и экономичность.

Описаны экспериментальные работы по водородному питанию обычных поршневых двигателей компаний BMW, Ford, Mazda (с двигателем Ф. Ванкеля), а также перспективы применения водорода в двигателях Стирлинга.

Ключевые слова:

водородные и бензоводородные автомобили, адаптация для работы на водороде серийных бензиновых двигателей, системы хранения водорода на борту, гидридные аккумуляторы водорода, водородный двигатель Ванкеля, двигатель Стирлинга.

Водородные автомобили делят на две группы: автомобили, в которых водород применяется как основное топливо, и автомобили, в которых водород используется в качестве добавки к жидкому или газообразному топливу.

В начальной стадии исследования по применению водорода проводились на серийных бензиновых двигателях, адаптированных для работы на водороде.

Классическим примером водородного автомобиля может служить

экспериментальный автобус «Лейлэнд» и экспериментальный автомобиль UCLA Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе [1]. В автобусе «Лейлэнд» водород из баллонов подавался к двухступенчатому редуктору, где его давление снижалось до 0,562...0,633 МПа, и далее к золотниковому распределителю, установленному на блоке цилиндров двигателя и приводившемуся в действие двойной роликовой цепью от дополнительного вала. Расход водорода регулировался специальным краном, установленным перед золотниковым распределителем и соединенным с педалью акселератора.

Пробная эксплуатация автобуса в пригородных условиях Лондона показала хорошую управляемость и преимущество двигателя при работе на водороде. Запас водорода обеспечивал автобусу пробег 113...129 км.

Автомобиль UCLA, предназначенный специально для условий городской эксплуатации, был создан на базе модели «Форд Босс» 1971 г. с двигателем V-8 рабочим объемом 5,75 л. Водород хранился при давлении 41 МПа в двух баллонах, расположенных за передними сидениями, массой по 136 кг. Вместимость баллонов по водороду составляла 1,36 кг в каждом. В двигатель водород подавался специальным газовым смесителем с предварительным снижением давления в двухступенчатом редукторе до 300 Па. Для повышения безопасности подача водорода осуществлялась только при наличии разряжения во впускном патрубке, для чего на водородной магистрали устанавливался электромагнитный

клапан, управляемый датчиком разряжения.

При переводе бензинового двигателя на водород была проведена его модификация – степень сжатия снижена с 11,9 до 8,9, установлен ограничитель температуры водородовоздушной смеси до 71 °С, изменены фазы газораспределения. Для предотвращения обратных вспышек смеси на впуске, снижения жесткости рабочего процесса и уменьшения эмиссии оксидов азота была применена 25%-я рециркуляция отработавших газов.

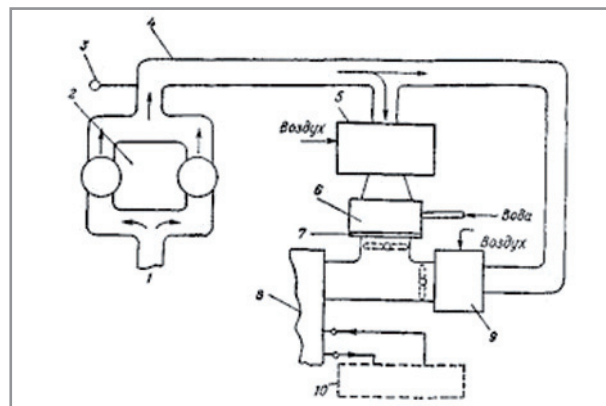


Рис. 1. Схема системы питания двигателя водородом автомобиля UCLA:

1 – водород из испарителя; 2 – регулятор; 3 – манометр; 4 – давление водорода во впускном коллекторе; 5 – вторичный карбюратор газообразного топлива; 6 – модифицированный бензиновый карбюратор (впуск воды); 7 – сетка из нержавеющей стали; 8 – двигатель; 9 – первичный карбюратор газообразного топлива; 10 – подвод воды из системы охлаждения двигателя к водородному испарителю

Система питания двигателя состоит из двух стандартных газовых регуляторов фирмы YMPSCO модели

PEV и двух смесителей CA 125 и CA 300 той же фирмы (рис. 1). Водород из подогревателя под избыточным давлением 35...225 кПа подается в спаренные регуляторы, а из них уже под давлением 3,0 кПа – в оба смесителя. Регулирование двигателя – количественное последовательным открытием дросселей первого и второго смесителей таким образом, что на частичных и средних нагрузках водородовоздушная смесь постоянного состава ($\alpha=2,2$) подается только через первый смеситель.

Коэффициент избытка воздуха подбирался из условия достижения максимального эффективного КПД и минимальной эмиссии NO_x . Второй смеситель вступает в работу после полного открытия дроссельной заслонки первого. Состав топливовоздушной смеси второго смесителя также постоянный, но с коэффициентом избытка воздуха значительно меньше единицы. Потоки первого и второго смесителей перемешиваются во впускном коллекторе, образуя топливовоздушную смесь переменного состава с коэффициентом избытка воздуха от $\alpha=2,2$ в начале открытия второго дросселя до $\alpha=1,0$ при полном открытии обоих дросселей.

Для предупреждения обратных вспышек на впуске и снижения эмиссии оксидов азота на нагрузках, близких к полной мощности двигателя, между вторым смесителем и его дроссельной заслонкой установлен модифицированный бензиновый карбюратор для подачи воды. Поскольку расход воды через карбюратор определяется степенью открытия дроссельной заслонки, он всегда пропор-

ционален коэффициенту избытка воздуха и соответственно мощности двигателя.

Испытания автомобиля UCLA на топливную экономичность и токсичность отработавших газов по методике CVS-73 показали следующее: расход топлива составляет 1 кг водорода на 35 км, а запас водорода обеспечивает без заправки пробег всего лишь около 100 км; в отработавших газах отсутствуют такие компоненты как CO, CO_2 и CH, а количество NO_x составляет около 0,205 г/км. По динамическим качествам водородный автомобиль близок к базовому.

Для почтового ведомства США в Калифорнийском университете на базе серийного двигателя рабочим объемом 3,8 л был разработан проект автомобиля на жидком водороде [1]. Его отличием от ряда других является то, что в нем водород из криогенного бака подавался в подогреватель в газообразном состоянии под давлением 225 кПа. Избыточное давление в криогенном баке создавалось за счет подогрева жидкого водорода специальным электрическим подогревателем (рис. 2). Диаметр проволоки подогревателя подбирался из условий достижения на поверхности пузырькового кипения водорода. Проволока была намотана конусом на четырех пенопластовых опорных стойках, укрепленных эпоксидной смолой на конце отводной трубки.

Давление газообразного водорода в криогенном баке поддерживалось постоянным автоматически с помощью реостата, имеющего обратную связь по давлению. Во избежание повреждения внутренней части

криогенного бака при отсутствии в нем жидкого водорода подогреватель был снабжен защитой посредством параллельного включения специального низкотемпературного диода.

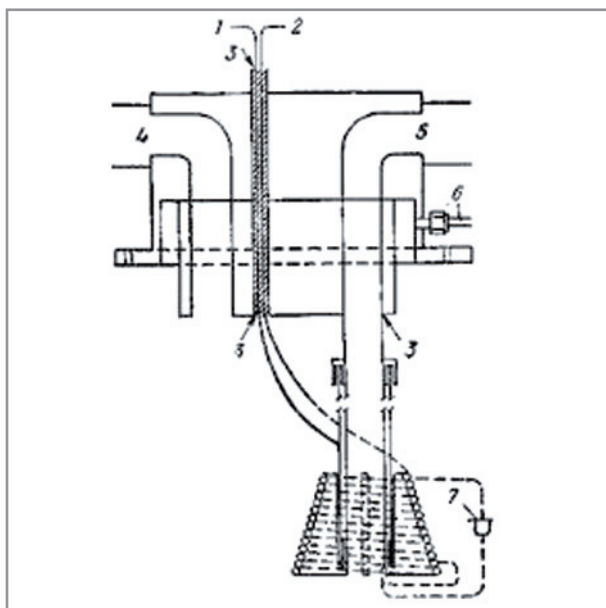


Рис. 2. Схема электрического подогревателя-испарителя:

1 – цепь датчика уровня топлива; 2 – цепь нагревателя; 3 – эпоксидная смола; 4 – отверстие для вентиляции при наполнении; 5 – подача и отбор жидкости; 6 – реле давления и манометр; 7 – диод

Модернизации включала следующие мероприятия: изменение характеристики регулятора опережения зажигания; уменьшение межэлектродного зазора свечи зажигания до 0,3 мм; улучшение изоляции высоковольтных проводов в системе зажигания; установление на двигателе специального распределителя зажигания, в котором для исключения зажигания от взаимоиндукции все свечи, кроме одной, соответствующей порядку работы цилиндров,

замыкаются на массу.

Принципиально иная схема водородного автомобиля была разработана исследовательской лабораторией двигателей технологического института в Токио [1]. Автомобиль «Датсун В-210» с четырехцилиндровым двигателем рабочим объемом 1,4 л имел систему питания жидким водородом. Такой подход реализуется также ведущими автостроительными компаниями – BMW, Ford и Mazda.

Адаптация стандартного двигателя под жидкий водород потребовала значительной его модернизации, которая предусматривала, прежде всего, разработку специального водородораспределительного механизма для цикловой подачи водорода во впускные патрубки каждого цилиндра и коснулась также системы зажигания. Были применены устройство коррекции угла опережения зажигания в зависимости от коэффициента избытка воздуха и специальные свечи зажигания с повышенным калильным числом и специальной поверхностью изолятора. Для снижения уровня эмиссии углеводородов на поршнях двигателя были установлены специальные тройные маслосъемные кольца. Особо следует отметить, что несмотря на распространенное мнение о повышенной склонности водородовоздушной смеси к детонационному сгоранию степень сжатия двигателя была увеличена с 8,5 до 9,5.

Особенностью системы питания двигателя водородом являлось то, что водород в двигатель подавался при температуре $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$, что по данным работы [2] приводит к снижению эмиссии оксидов азота

примерно на порядок и 30%-му приращению мощности за счет увеличения коэффициента наполнения двигателя. Для поддержания заданного температурного уровня газообразный водород из криогенного бака подавался к двигателю по трубопроводу с вакуумной термоизоляцией. Приборы системы питания, расположенные на двигателе, также имели высокоэффективную термоизоляцию. Подача водорода из криогенного бака к системе питания двигателя осуществлялась при избыточном давлении 0,6 МПа. Это давление в газовом объеме криогенного бака поддерживалось регулированием скорости испарения жидкого водорода путем отбора части водорода из газового объема, подогрева его в теплообменнике и последующей подачи насосом через днище криогенного бака в жидкую фазу. Такая схема регулирования скорости испарения водорода обеспечивала нормальную работу двигателя на всех режимах, включая переходные.

На автомобиле «Датсун В-210» было применено комбинированное регулирование мощности двигателя, сочетавшее качественное регулирование на больших и средних нагрузках (вплоть до $\alpha=1,7$) и количественное – на малых нагрузках путем дросселирования двигателя при постоянном коэффициенте избытка воздуха ($\alpha=1,7$). Дозирование водорода осуществлялось двумя последовательно установленными редукторами, один из которых обеспечивал изменение расхода в зависимости от скоростного режима работы двигателя с помощью специального вакуумного

насоса, а второй – в соответствии с нагрузкой двигателя от педали акселератора.

В процессе дорожных и стендовых испытаний автомобиля оценивалась топливная экономичность двигателя и уровень токсичности отработавших газов. Средний расход жидкого водорода с учетом потерь на испарение при хранении и заправке составил 25 л/100 км, а непосредственный расход двигателем – около 22 л, что обеспечивало автомобилю пробег на одной заправке примерно 1000 км. Топливная экономичность автомобиля в пересчете на бензиновый эквивалент составила 5,7...6,5 л/100 км.

Испытания автомобиля по городскому ездовому циклу показали, что в отработавших газах содержалось 0,05 г СН; 0,18 г СО; 2,56 г NO_x на 1 км пробега. Наличие в отработавших газах углеводородов и оксидов углерода объясняется попаданием моторного масла в камеру сгорания через компрессорные кольца.

Большой практический интерес представляют водородные автомобили с металлгидридными аккумуляторами [3-6].

На рис. 3 представлена принципиальная схема топливной системы отечественного бензоводородного автомобиля ГАЗ-24 «Волга» [1] с гидридным аккумулятором водорода, который хранится на автомобиле в аккумуляторе 5 в связанном состоянии в виде гидрида FeTiH_x. При подогреве гидридных патронов 6 отработавшими газами гидрид диссоциирует, выделяя водород, который собирается в накопительной емкости 7.

Равновесное давление водорода над гидридом, а следовательно и в наполнительной емкости, поддерживается автоматически в пределах 0,6...0,7 МПа изменением расхода отработавших газов через аккумулятор с помощью распределителя 16, имеющего обратную связь по давлению водорода в накопительной емкости.

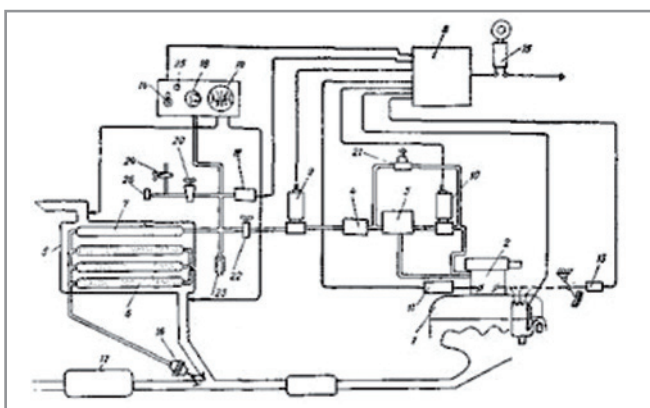


Рис. 3. Принципиальная схема системы питания бензоводородного автомобиля с металлгидридным аккумулятором водорода:

1 – двигатель; 2 – карбюратор-смеситель; 3 – регулятор расхода водорода; 4 – редуктор давления; 5 – гидридный аккумулятор; 6 – элемент гидридного аккумулятора; 7 – накопительная емкость; 8 – электронный блок управления; 9 – общий электромагнитный клапан; 10 – рабочий электромагнитный клапан; 11 – привод заслонки смесителя; 12 – датчик давления; 13 – датчик положения дроссельной заслонки карбюратора; 14 – тумблер включения блока управления; 15 – замок зажигания; 16 – регулятор расхода ОГ; 17 – глушитель; 18 – манометр; 19 – указатель температуры ОГ в гидридном аккумуляторе; 20 – заправочный вентиль; 21 – регулируемый жиклер холостого хода; 22 – запорный вентиль; 23 – клапан аварийного сброса давления; 24 – продувочный вентиль; 25 – контрольная лампа; 26 – заправочный штуцер

Водород из накопительной емкости через запорный вентиль 22 подается к системе питания двигателя, состоящей из карбюратора-смесителя 2, всережимного регулятора расхода водорода 3, понижающего редуктора 4, электронного блока отключения подачи водорода 8 с электромагнитными клапанами 9 и 10 и регулируемого жиклера холостого хода 21.

Перевод двигателя с бензина на смесь бензина с водородом осуществляется включением тумблера 14, однако это возможно лишь при давлении в наполнительной емкости выше 0,1 МПа. При более низком давлении реле давления 12 блокирует включение электромагнитного блока и исключает возможность перевода двигателя на смесь бензина с водородом.

В России разработана бензоводородная система питания и переоборудованы двигатели микроавтобуса ГАЗель (рис. 4а) и грузовой ГАЗели (рис. 4б) [7].

Экспериментами по водородному питанию обычных поршневых двигателей серьезно занимается фирма BMW [8]. Этой компанией разработана модель 745h (рис. 5), оснащенная восьмицилиндровым двигателем на водороде. Машина может работать как на бензине, так и на водороде. Двигатель объемом 4,4 л развивает мощность в 135 кВт, максимальная скорость равна 215 км/ч. Запаса водородного топлива хватает на 300 км пробега, если добавить к этому 650 км, которые можно проехать, заправив полный бак бензина, получаем почти 1000 км. Последняя разработка компании BMW –



а



б

Рис. 4. Бензоводородные микроавтобус ГАЗель (а) и грузовая ГАЗель (б)

экспериментальный седан 750hL с двигателем на водородном топливе. Разработчиков привлекла экологичность двигателя – он выделяет только водяной пар.

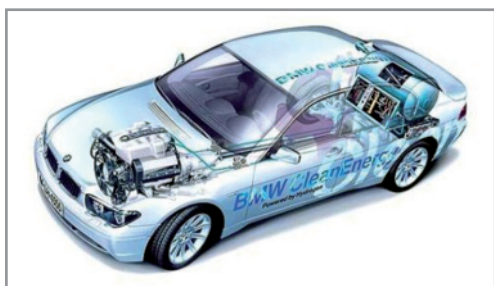


Рис. 5. Автомобиль BMW 745h с ДВС на водороде



Рис. 6. Водородный автомобиль Ford Focus C-Max H₂ ICE

Разработкой водородных машин занимается и компания Ford [9, 10].

В европейском исследовательском центре в Аахене (Германия) построен компактвэн Ford Focus C-Max H₂ ICE с четырехцилиндровым двигателем объемом 2,3 л, работающим на водороде (рис. 6).

Падение мощности компенсировано наддувом, двигатель оснащен нагнетателем с приводом от коленчатого вала и двумя охладителями наддувочного воздуха. Сжатый и охлажденный воздух смешивается с водородом во впускном коллекторе и поступает в цилиндры. Двигатель развивает мощность 81 кВт, а запаса газа в трех баллонах общим объемом 119 л (примерно 3 кг сжатого H₂) хватает на 200 км пробега. Перед подачей газа к двигателю два редуктора снижают давление с 35,0 до 0,55 МПа. Газовая аппаратура позволяет изменять состав смеси в очень широких пределах – от очень бедной с 4 % H₂ до очень богатой, где водорода 70 %. Это необходимо для получения низкого расхода топлива и регулирования состава выхлопных газов.

На рис. 7 показан водородный автомобиль фирмы Mazda, разработанный на базе RX-8 с роторным двигателем [11].



Рис. 7. Mazda RX-8 Hydrogen RE с водородным двигателем Ванкеля

Мощность роторного двигателя (рис. 8) Mazda RX-8 Hydrogen RE при работе на водороде составляет 80 кВт, на бензине 154 кВт.

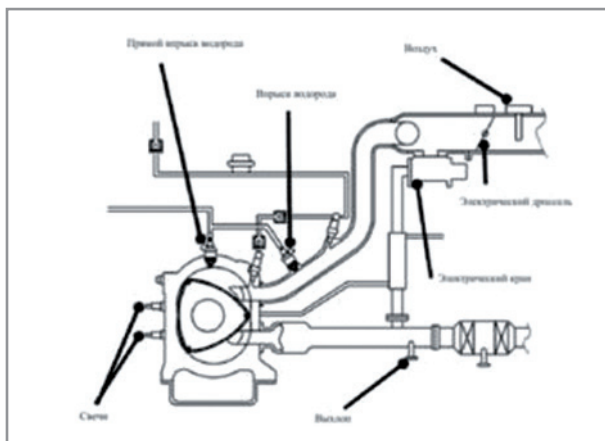


Рис. 8. Водородный двигатель Ванкеля автомобиля Mazda RX-8 Hydrogen RE

Одной водородной заправки Mazda RX-8 Hydrogen RE хватает на 100 км пробега, суммарный пробег на водороде и бензине составляет 650 км.

Перспективным представляется также новое направление в двигателестроении на водородном топливе, основанное на применении двигателя Стирлинга (рис. 9) [12].

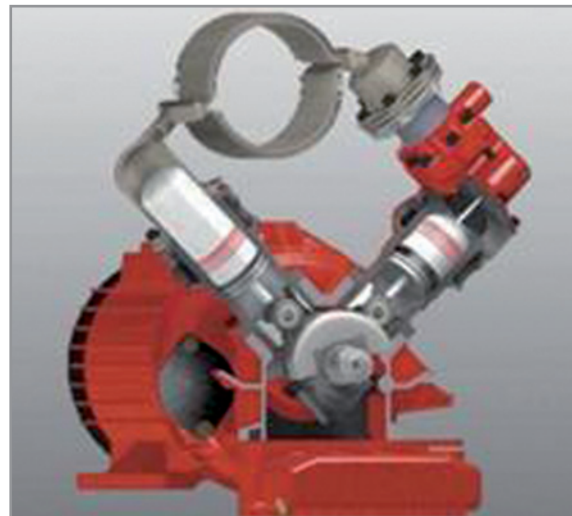


Рис. 9. Водородный двигатель Стирлинга

Этот двигатель до конца XX в. широко не применялся на автотранспорте из-за более сложной конструкции по сравнению с обычным двигателем внутреннего сгорания, большей материалоемкости и стоимости. Однако в последнее время в ведущих мировых обзорах по энергопреобразующей технике двигатель Стирлинга рассматривается как обладающий наибольшими возможностями для дальнейшей разработки с целью применения водорода в качестве моторного топлива. Низкий уровень шума, большой ресурс, сравнимые размеры и масса, хорошие характеристики крутящего момента – все эти параметры могут обеспечить его конкурентоспособность. Достигнутые в настоящее время КПД в опытных образцах двигателей Стирлинга даже при умеренных температурах нагрева (600...700 °С) характеризуются весьма внушительными цифрами – до 40%. В лучших образцах двигателей Стирлинга удельная масса составляет 1,2...3 кг/кВт, а эффективный КПД до 45% [11].

Литература

1. **Мищенко А.И.** Применение водорода для автомобильных двигателей. – Киев : Наукова думка, 1984. – С. 141.
2. **Гальшев Ю.В.** Применение водорода в качестве моторного топлива // Турбины и дизели. – 2007. – С. 8-12.
3. **Eichlseder H, Wallner T, Freyman R, Ringler J.** The potential of hydrogen internal combustion engines in a future mobility scenario // SAE paper 2003. – 2003-01-2267.
4. **Мищенко А.И.** Применение водорода для автомобильных двигателей. – Киев : Наукова думка, 1984. – С. 141.
5. **Das LM.** Hydrogen engines: a view of the past and a look into the future // Int J Hydrogen Energy 1990; 15: 425-43.
6. **Eichlseder H, Wallner T, Freyman R, Ringler J.** The potential of hydrogen internal combustion engines in a future mobility scenario // SAE paper 2003. – 2003-01-2267.
7. **Раменский А.Ю., Шелищ П.Б., Нефедкин С.И.** Применение водорода в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей внутреннего сгорания. История, настоящее и перспективы // Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 11 (43). – С. 63-70.
8. **BMW Hydrogen 7: the first premium saloon with a bivalent internal combustion engine.** Furst,S., Grater, A., Pehr K.,2007 / SAE Annual Spring Congress, 23-25 May 2007, Pacifico, Yokohama, Japan.
9. **Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Тишин А.П., Худяков В.А.** Термо-динамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. – М. : Изд-во АН СССР, 1971. – Т. 1. – 266 с.
10. **Мост В.** Взрывы и горение в газах. – М. : Изд-во иностр. лит., 1952. – 687 с.
11. **Lewis B, von Elbe G.** Combustion, flames, and explosions of gases. Orlando, Fl: Academic Press, 1987.
12. **Звонов В.А.** Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М. : Машиностроение, 1981. – 160 с.

Новости отрасли

Михаил Лихачев возглавил «Газпром газомоторное топливо»

В январе председателем правления – генеральным директором ООО «Газпром газомоторное топливо» назначен Михаил Лихачев.

Михаил Лихачев родился в 1971 г. в Ленинградской области. В 1994 г. окончил Балтийский государственный технический университет им. Д.Ф. Устинова. В 2009 г. получил степень MBA в Международном университете в Москве.

В 2003–2011 гг. – начальник департамента труб и соединительных деталей ООО «Газпром комплектация». В 2011–2014 гг. – заместитель генерального директора по управлению поставками ООО «Газпром комплектация».

Михаил Лихачев сменил на должности председателя правления – генерального директора ООО «Газпром газомоторное топливо» Виктора Зубкова, который является Председателем Совета директоров ОАО «Газпром».

Управление информации ОАО «Газпром»



Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПГ на АГНКС

А.А. Евстифеев,

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

В статье приведена математическая модель расчета необходимого числа и производительности заправочных колонок на АГНКС, выполненная с использованием теории массового обслуживания. Приведены также решения при условии, что характер потока заявок – пуассоновский, а распределение времени обслуживания – экспоненциальное. Получены уравнения для двух и n каналов обслуживания различной производительности.

Ключевые слова:

компримированный природный газ, АГНКС,
заправка транспортных средств.

Рассмотрим технологическое оборудование АГНКС как систему массового обслуживания с параллельными каналами [1], которая характеризуется следующими показателями: числом и производительностью газовых заправочных колонок на АГНКС; интенсивностью потока транспортных средств, приходящих на заправку; количеством и мощностью основного производственного оборудования (компрессоры, адсорберы и т.д.). Опишем АГНКС как систему.

АГНКС состоит из территориально распределенных газовых заправочных колонок (n), каждая из которых обладает собственной производительностью (μ_n). Вдоль маршрутов по улично-дорожной сети движутся транспортные

средства, которые формируют поток заявок на обслуживание или заправку с интенсивностью λ . Число обращений для заправки неограниченно и обусловлено тем, что клиент может несколько раз в день приезжать на заправку за газовым моторным топливом.

Все вышесказанное позволяет сделать допущение о пуассоновском характере потока заявок и экспоненциальном распределении времени обслуживания, что дает возможность применить теорию Марковских случайных процессов [2] к нашему случаю.

Система из двух АГНКС

Предположим, что АГНКС состоит из двух элементов (заправочные колонки) – a и b , обладающих разной интенсивностью обслуживания. Эти элементы в случайные моменты времени и независимо друг от друга заканчивают обработку поступившей на обслуживание заявки. Для анализа работы системы при постоянных условиях выберем участок времени, на котором поток заявок является простейшим и стационарным пуассоновским. Параметры потока заявок для a и b различны и равны λ_a и λ_b . При поступлении заявки на вход системы один из каналов немедленно приступает к ее обслуживанию. Время, потраченное на обслуживание заявок, распределено по экспоненциальному закону [3] с параметром μ_a (если заявку обслуживает элемент a) и μ_b (если заявку обслуживает элемент b).

Легко показать, что процесс, протекающий в системе, – Марковский с ожиданием, непрерывным временем и конечным множеством состояний: X_0 – все элементы свободны, в системе нет заявок; X_1 – занят элемент a , обслуживается заявка; X_2 – занят элемент b , обслуживается заявка. Схема возможных переходов представлена на рис. 1.

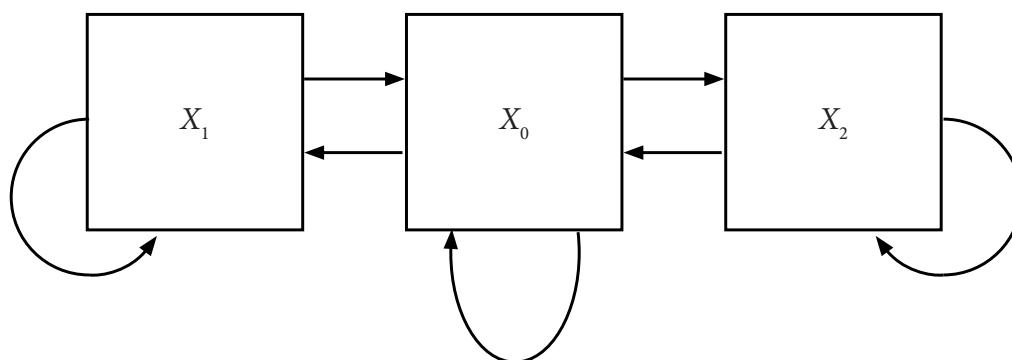


Рис. 1. Схема переходов между состояниями системы

Для построения аналитических зависимостей воспользуемся методикой решения задачи, изложенной в [4], для нескольких неодинаковых приборов. Рассмотрим пример двухканальной системы ($n=2$). Каждый канал обслуживания в системе имеет собственную интенсивность обслуживания

μ_1 и μ_2 . Интенсивность обслуживания каналов по условиям задачи различна. Данное условие является важным, поскольку нас интересует пример именно с несколькими неодинаковыми приборами.

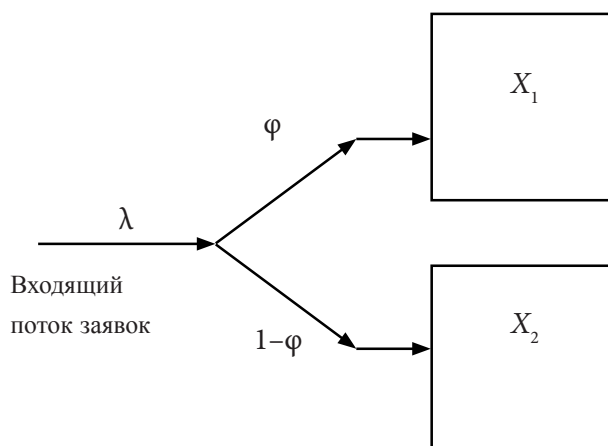


Рис. 2. Схема двухканальной системы массового обслуживания с параллельными каналами

На рис. 2 показана схема двухканальной системы с параллельными каналами различной интенсивности обслуживания и вероятностью φ выбора первого канала. Полная интенсивность обслуживания составит

$$\mu = \sum_{i=1}^2 \mu_i. \quad (1)$$

Применение данной методики распределения потока заявок между каналами обслуживания позволяет вводить балансирующую вероятность. Заявка на обслуживание, поступающая в момент отсутствия в системе других заявок, может поступить на обслуживание в любой из двух приборов, выбирая прибор i с вероятностью φ_i . Предположим, что для двух приборов

$$\varphi_1 = \varphi; \varphi_2 = 1 - \varphi, 0 \leq \varphi \leq 1. \quad (2)$$

По условиям задачи, производительность одного из каналов меньше, чем у другого – допустим, $\mu_1 > \mu_2$. На основании сделанных предположений система будет работать со следующими условиями:

- при $\varphi=0$ заявка выбирает низкопроизводительный канал (X_2);
- при $\varphi=0,5$ заявка случайным образом выбирает один из двух каналов;
- при $\varphi=1$ заявка выбирает высокопроизводительный канал (X_1).

Наличие возможных промежуточных значений φ позволяет обеспечить управление процессом обслуживания с помощью выбора соответствующих значений φ .

Процесс обслуживания зависит от четырех параметров: входящего на заправку потока транспорта λ ; интенсивности обслуживания каналов μ_1, μ_2 ; вероятности выбора высоко- или низкопроизводительного канала обслуживания φ .

Определим вероятности состояний (рис. 3). Таким образом, в исходном

состоянии имеем отсутствие заявок в системе, два параллельных канала обслуживания и несколько последовательных [3].

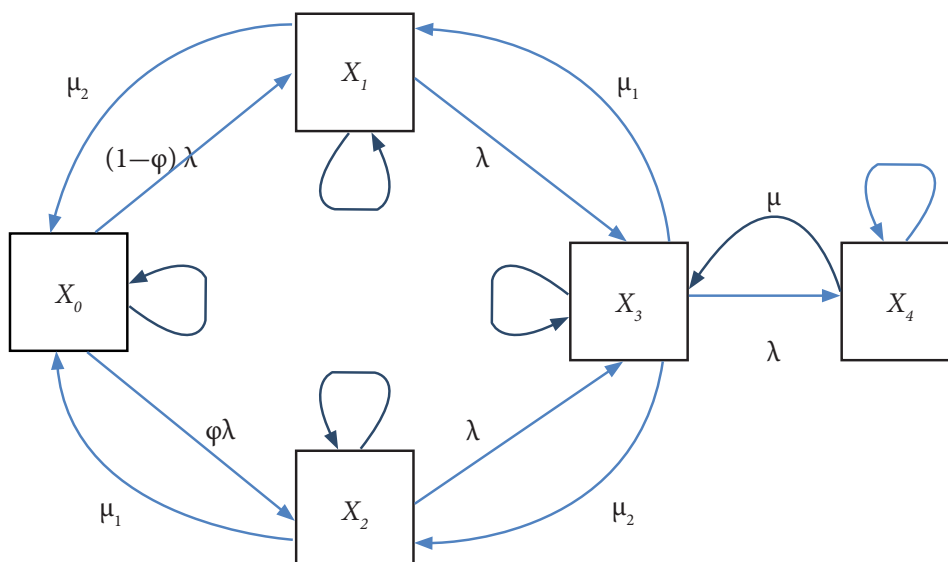


Рис. 3. Граф состояний для системы с двумя параллельными каналами обслуживания

На основании графа состояний составим систему дифференциальных уравнений, но прежде рассмотрим возможные состояния системы и их вероятности. Обозначим через p_1 и p_2 вероятность занятости прибора 1 и прибора 2 соответственно. Поскольку $n \neq 1$, обозначение p_n не приводит к противоречию. Соответственно возможные вероятности состояния системы обозначим как

$$p_0(t), p_1(t), p_2(t), p_3(t), \dots, p_n(t). \quad (3)$$

Кроме этого, в любой момент времени имеет место

$$\sum_{i=1}^n p_k(t) = 1. \quad (4)$$

За счет сделанных допущений и предположений система приведена к виду, соответствующему методу анализа систем массового обслуживания, описанному в [2, 5]. Поэтому для вероятностей состояний получим систему дифференциальных уравнений вида:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= (1-\lambda)p_0(t) + \mu_1 p_2(t) + \mu_2 p_1(t) \\ \frac{dp_1(t)}{dt} &= [1 - (\lambda + \mu_2)]p_1(t) + \mu_1 p_3(t) + (1-\varphi)\lambda p_0(t) \\ \frac{dp_2(t)}{dt} &= [1 - (\lambda + \mu_1)]p_2(t) + \mu_2 p_3(t) + \varphi\lambda p_0(t) \\ &\dots \\ \frac{dp_n(t)}{dt} &= [1 - (\lambda + \mu)]p_n(t) + \mu p_{n+1}(t) + \lambda p_{n-1}(t) \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Используя [3], получим вероятности состояния в установившемся режиме при $n \geq 3$:

$$\left. \begin{aligned} \lambda p_0(t) &= \mu_1 p_2 + \mu_2 p_1 \\ (\lambda + \mu_2) p_1 &= \mu_1 p_3 + (1 - \varphi) \lambda p_0 \\ (\lambda + \mu_1) p_2 &= \mu_2 p_3 + \varphi \lambda p_0 \\ \dots \\ (\lambda + \mu) p_n &= \mu p_{n+1} + \lambda p_{n-1} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Введем отношение интенсивности обслуживания $\alpha = \frac{\lambda}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{\lambda}{\mu}$.

Это приведенная плотность потока заявок, равная отношению среднего числа заявок к среднему времени обслуживания одной заявки:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} = \lambda m_{\text{тоб}}, \quad (7)$$

где $m_{\text{тоб}}$ – среднее время обработки.

Решим систему (6) относительно неизвестных $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$. Из первого уравнения получаем

$$p_1 = \frac{\alpha}{1 + 2\alpha} \cdot \frac{1 + \gamma}{\gamma} (\alpha + 1 - \varphi) p_0; \quad (8)$$

из второго уравнения

$$p_2 = \frac{\alpha}{1 + 2\alpha} (1 + \gamma)(\alpha + \varphi) p_0; \quad (9)$$

из n -го уравнения

$$p_n = \frac{\alpha^n}{1 + 2\alpha} \cdot \frac{(1 + \gamma)}{\gamma} [1 + (1 + \gamma)\alpha - (1 - \gamma)\varphi] p_0, \quad (10)$$

где $\gamma = \frac{\mu_2}{\mu_1}$.

Определим среднее число заявок \bar{z} , находящихся в системе. Плотность выходящего потока равна интенсивности λ , усредненной по n :

$$\lambda = 0 p_0 + \mu_2 p_1 + \mu_1 p_2 + \sum_{n=3}^{\infty} \mu p_n. \quad (11)$$

Отсюда среднее число заявок в системе будет равно

$$\bar{z} = \frac{\alpha(1 + \gamma)[1 + (1 + \gamma)\alpha - (1 - \gamma)\varphi]}{\gamma(1 + 2\alpha) + \alpha[1 + (1 + \gamma^2)\alpha - (1 - \gamma^2)\varphi]}. \quad (12)$$

Величина \bar{z} может быть использована в качестве критерия производительности АГНКС, то есть чем меньше значение \bar{z} при одинаковой плотности потока транспортных средств, приходящих на заправку, тем быстрее работает станция.

В данной части работы рассмотрен пример АГНКС с двумя заправочными колонками разной производительности – для легкового и грузового транспорта. В качестве средства арбитража очереди используется параметр φ , изменение которого позволяет влиять на общую производительность заправочной галереи АГНКС.

Обобщение для n заправочных колонок на АГНКС

Рассмотрим АГНКС с числом заправочных колонок, равным n , и площадкой для очереди числом s . Предположим, что все n заправочных колонок работают параллельно, и вероятности их остояний обозначим через $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$. Схема возможных состояний системы и переходов между ними приведена на рис. 4.

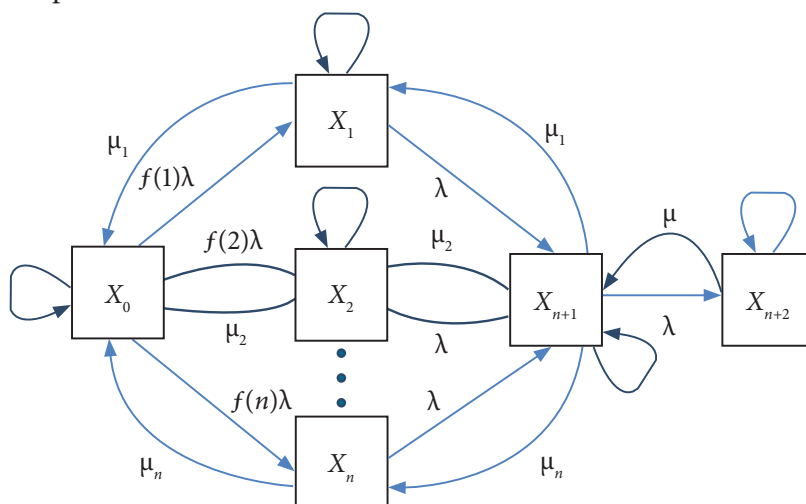


Рис. 4. Схема возможных состояний системы и переходов между ними

Обозначим состояния каналов обслуживания через $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, а дополнительно через $X_{n+1}, X_{n+2}, X_{n+3}, \dots, X_{n+s}$, обозначим состояния очереди и введем функцию $f(i)$ распределения потока заявок на канал i .

По аналогии с двухканальной системой составим дифференциальные уравнения для вероятностей состояний. Предположим, что число заявок s , стоящих в очереди, в наших условиях может быть сколь угодно большим, тогда система уравнений будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dp_0(t)}{dt} &= \sum_{i=1}^n \mu_{0i} p_{0i}(t) - \lambda p_0(t) \\
 \frac{dp_{01}(t)}{dt} &= f(1)\lambda p_0(t) - (\mu_{01} + f(1)\lambda) p_{01}(t) + \mu_{01} p_{n+1}(t) \\
 \frac{dp_{02}(t)}{dt} &= f(2)\lambda p_0(t) - (\mu_{02} + f(2)\lambda) p_{02}(t) + \mu_{02} p_{n+1}(t) \\
 &\dots \\
 \frac{dp_{0n}(t)}{dt} &= f(n)\lambda p_0(t) - (\mu_{0n} + f(n)\lambda) p_{0n}(t) + \mu_{0n} p_{n+1}(t) \\
 &\dots \\
 \frac{dp_{n+1}(t)}{dt} &= \lambda \sum_{i=1}^n f(i) p_{0i}(t) - \left(\sum_{i=1}^n f(i)\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} \right) p_{n+1}(t) + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} p_{n+2}(t) \\
 \frac{dp_{n+2}(t)}{dt} &= \lambda \sum_{i=1}^n f(i) p_{n+1}(t) - \left(\sum_{i=1}^n f(i)\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} \right) p_{n+2}(t) + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} p_{n+3}(t) \\
 &\dots \\
 \frac{dp_{n+s}(t)}{dt} &= \lambda \sum_{i=1}^n f(i) p_{n+s-1}(t) - \left(\sum_{i=1}^n f(i)\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} \right) p_{n+s}(t) + \sum_{i=1}^n \mu_{0i} p_{n+s+1}(t)
 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Введем в (13) вместо суммы производительностей «приведенную» сумму производительностей каналов обслуживания:

$$\sum_{i=1}^n \mu_{0i} = \mu_{np}. \quad (14)$$

Сумма интенсивности потока, распределенная между каналами с помощью функции распределения нагрузки, равна полной интенсивности:

$$\sum_{i=1}^n \lambda f(i) = \lambda. \quad (15)$$

Далее преобразовав (13), получим вероятности состояния в установившемся режиме в виде системы алгебраических уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n (p_{0i} \mu_{0i}) - \lambda p_0 &= 0 \\ f(1)\lambda p_0 - (\mu_{01} + f(1)\lambda) p_{01} + \mu_{01} p_{n+1} &= 0 \\ f(2)\lambda p_0 - (\mu_{02} + f(2)\lambda) p_{02} + \mu_{02} p_{n+1} &= 0 \\ \dots & \\ f(n)\lambda p_0 - (\mu_{0n} + f(n)\lambda) p_{0n} + \mu_{0n} p_{n+1} &= 0 \\ \dots & \\ \lambda \sum_{i=1}^n p_{0i} - (\lambda + \mu_{np}) p_{n+1} + \mu_{np} p_{n+2} &= 0 \\ \lambda p_{n+s-1} - (\lambda + \mu_{np}) p_{n+s} + \mu_{np} p_{n+s+1} &= 0 \\ \sum_{k=1}^{\infty} p_{0k} &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Разрешив ее относительно неизвестных $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{0n}, p_{n+1}, \dots, p_{n+s}$, для любого $k \leq n$ получим

$$p_{0k} = \frac{f(k)\lambda p_0 + p_{n+1} \mu_{0k}}{\mu_{0k} + f(k)\lambda}. \quad (17)$$

Полученные соотношения позволяют проводить расчет необходимого числа заправочных колонок по типам с учетом неравномерности прихода на заправку грузового транспорта, автобусов и легковых автомобилей. Графики распределения численности приходящих на заправку транспортных средств по времени суток приведены в работах [6, 7]. Проведенные работы по анализу неравномерности объемов заправки транспорта природным газом и необходимого уровня обеспечения надежности снабжения потребителей газовым моторным топливом [8] показали, что следует рассчитывать не средние значения заявок в очереди, как обычно делается для систем массового обслуживания, а максимальные (пиковые) значения. Расчет числа каналов обслуживания разной мощности по предельным значениям числа заявок (транспортных средств) приводит к дополнительным финансовым затратам на оборудование станции, но позволяет покрывать перспективную потребность и создавать запас по надежности заправки транспорта.

Данный подход также может быть распространен на расчет необходимого

числа компрессоров, аккумуляторов, систем осушки и подготовки природного газа. Процесс расчета и математическая модель при этом остаются неизменными, коррекции подлежат только исходные данные.

Литература

1. **Вентцель Е.С.** Исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1972.
2. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1962. – 564 с.
3. **Олзоева С.И.** Моделирование и расчет распределенных информационных систем. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 67 с.
4. **Кофман А., Крюон Р.** Массовое обслуживание. Теория и приложения. – М.: Мир, 1965. – 302 с.
5. **Евстифеев А.А.** Математическая модель анализа потребности в КПП и СПГ на вновь газифицируемых территориях // Газовая промышленность. – 2013. – № 01 (685). – С. 87–88.
6. **Евстифеев А.А.** Модель прогнозирования потребления газового моторного топлива в населенном пункте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 3 (33). – С. 43-47.
7. **Евстифеев А.А.** Расчет надежности системы поставок газового моторного топлива потребителям // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 4 (34). – С. 61–65.
8. **Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А.** Применение математического моделирования при испытаниях и отработке сложных технических систем // Вестник Нац. исслед. ядерного ун-та МИФИ. – 2013. – Т. 2. – № 1. – С. 115.

Новости отрасли

Совещание в «Газпром трансгаз Ставрополь»

Компания РариТЭК – дистрибьютор ОАО «КАМАЗ» – приняла участие в семинаре-совещании, который состоялся 19-22 ноября 2013 г. и одна из тем которого была посвящена автотехнике КАМАЗ, использующей в качестве моторного топлива природный газ.

Перед многочисленными специалистами и руководителями «Газпром трансгаз Ставрополь» выступил генеральный директор «РариТЭК» Рафаэль Батыршин. В своем докладе представитель КАМАЗа раскрыл возможности использования природного газа в качестве моторного топлива на серийно выпускаемых автомобилях КАМАЗ, рассказал об их сервисном обслуживании, обучении персонала и перспективах сотрудничества. Предложенный комплексный подход КАМАЗа подразумевает активную деятельность всех участников газового рынка: поставщиков КПП – производителей автотехники – администраций районов.

По итогам совещания стороны отметили перспективность в сотрудничестве по использованию автотехники КАМАЗ, в том числе использующей в качестве моторного топлива КПП (метан).

Методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса

Н.В. Поживилов, аспирант МАДИ

Разработана методика, позволяющая определить оптимальный срок службы автобуса особо малого класса, на который следует заключать договор оперативного лизинга предприятиям автомобильного транспорта, осуществляющих пассажирские перевозки в условиях мегаполиса. Методика позволяет вычислить оптимальный срок службы автобуса особо малого класса, приобретаемого в лизинг, с учетом технического состояния, затрат на запасные части, простоев подвижного состава в зонах технического обслуживания и ремонта на автотранспортных предприятиях.

Ключевые слова:

пассажирские перевозки, срок службы, лизинг, методика, автобус.

По мере увеличения пробега подвижного состава с начала эксплуатации повышается трудоемкость текущего ремонта, растут затраты на запасные части, увеличивается время простоя в ремонте [1]. Все это заставляет руководителей автотранспортных предприятий (АТП) задуматься о вопросе оптимального срока службы подвижного состава, другими словами – на какой срок стоит приобретать транспортное средство?

В статье представлена методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса, приобретаемого в лизинг, на АТП, занимающихся регулярными пассажирскими перевозками в условиях мегаполиса, с учетом особенностей, которые выдвигают современные условия эксплуатации. Целью данной работы является сокращение экономических потерь от эксплуатации транспортных средств за пределами рационального срока службы и

недоиспользования ресурса, а также снижение затрат на обновление парка автомобилей.

Автор ставил задачу оценить значимость основных факторов, влияющих на определение оптимального срока службы подвижного состава. Поэтому объектом исследования является изменение показателей технической эксплуатации и финансовых показателей парка транспортных средств категории М2 в условиях мегаполиса, а предметом – эксплуатационные показатели и затраты АТП в условиях мегаполиса.

Результаты исследования могут быть использованы АТП при разработке стратегии замены подвижного состава и будут способствовать повышению уровня транспортного обслуживания населения.

Условия применения методики

Линейные автобусы осуществляют пассажирские перевозки на соответствующих маршрутах, имея суточный план, фиксированную стоимость проезда одного пассажира, расписание следования по маршруту, которого должны придерживаться водители. Подвижной состав на предприятии приобретает в лизинг, срок которого (в месяцах) определяется на момент заключения договора между АТП и лизингодателем до начала эксплуатации автобуса на предприятии.

Рассмотрим изменение экономических показателей за весь срок службы транспортного средства (рис. 1).

В интервале n (критическая точка) прибыль перестает быть положительной или опускается ниже критического значения, установленного руководством предприятия, и эксплуатация автомобиля становится убыточной или неэффективной для АТП. При принятии решения о сроке службы автобуса необходимо этим руководствоваться и не допускать эксплуатацию автобуса после этого интервала. Рекомендуется при покупке нового подвижного состава в лизинг заключать договор лизинга на срок не более того, который включает в себя период с критической точкой эксплуатации.

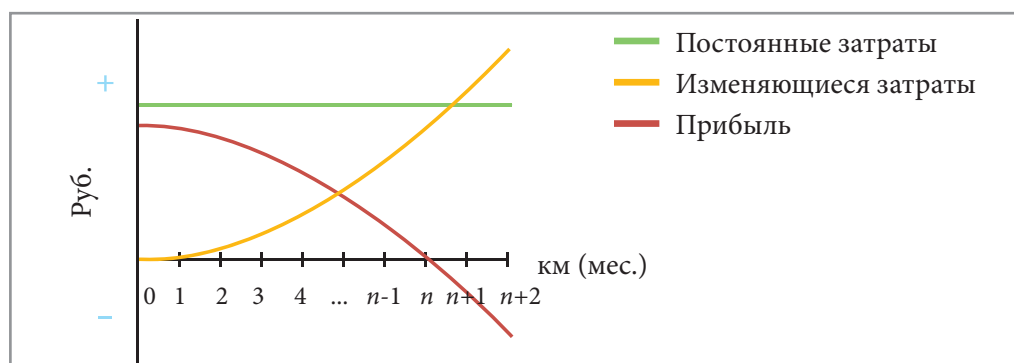


Рис. 1. Динамика экономических показателей в зависимости от наработки

Прежде чем сделать вывод и определить оптимальный срок службы автобуса, предприятию необходимо выбрать стратегию замены или приобретения новой техники. Существуют три варианта стратегии приобретения подвижного состава в лизинг:

1. По максимально накопленной прибыли.
2. По максимальной средней прибыли за интервал срока службы.
3. В зависимости от внешних факторов, влияющих на принятие решения о приобретении автобуса в лизинг.

Структура распределения планового дохода

Для построения графика динамики экономических показателей парка необходимо произвести сбор соответствующих экономических данных и их анализ.

На рис. 2 представлена развернутая структура распределения доходов на АТП. Доходы с выручки линейных автобусов распределяются на ряд затрат и прибыль.



Рис. 2. Структура распределения планового дохода на АТП

Топливо – одна из наиболее весомых затрат на эксплуатацию подвижного состава и составляет до 1/3 всех затрат АТП. Удельный расход топлива считается неизменным для одной модели автомобиля при возрасте не старше 5 лет и наработке не более 100 тыс. км пробега, после того, как автомобиль превысит эти показатели, удельный расход топлива увеличивается на 5 % [2].

Лизинговые платежи (аренда автомобиля) – ежемесячные платежи за право пользования автобусом согласно договору с лизингодателем.

Зарплата персонала и руководителей подразделений – средние ежемесячные выплаты заработной платы (сдельная оплата или оклад) всем работникам.

Невыполнение плана – затраты, возникающие вследствие невозможности выполнить план. Носят случайный характер, не зависят от технического состояния и наработки автомобиля. Причины могут быть следующие:

- сход автобуса с линии, связанный с ухудшением самочувствия водителя;
- неблагоприятные погодные и дорожные условия;
- ДТП с участием автобуса;
- прокол шины колеса автобуса;
- неопытность водителя и т.д.

Арендные платежи – ежемесячные выплаты за аренду офисных помещений, зон ремонта, стоянки, включая коммунальные услуги.

Прочее – затраты, не входящие в предыдущие пункты, не изменяющиеся с увеличением наработки автомобиля и составляющие не более 5 % планового дохода.

Потери линейного времени (сходы) – сокращение плана суточной выручки вследствие невозможности автобуса продолжать работу на линии из-за несоответствия технического состояния принятым нормам.

Потери линейного времени (невыходы) – сокращение плана суточной выручки на сумму, соответствующую плану для автобусов, выход которых на линию невозможен.

Услуги сторонних организаций – затраты, возникающие вследствие невозможности или нецелесообразности ремонта автомобиля или отдельного агрегата автомобиля своими силами на собственной производственно-технической базе (ПТБ).

Запасные части – затраты на запчасти, необходимые для проведения технического обслуживания и текущего ремонта, поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии.

Налоги – выплата денежных средств за прибыль, полученную в текущем месяце.

Прибыль – часть денежных средств, оставшаяся в распоряжение АТП после выплаты всех расходов и налогов государству.

Расчет структуры распределения планового дохода и построение графика динамики экономических показателей предлагается проводить для одного автобуса, характеризующего среднестатистический автобус на АТП. Для этого берется выборка автобусов и вычисляются средние характеристики каждого

экономического показателя. Данные о лизинговых и арендных платежах, заработной плате персонала и прочих затратах вычисляются удельно для одного автомобиля в парке.

Применение методики на действующем АТП

Методика опробована на действующем предприятии, осуществляющем регулярные пассажирские перевозки в Москве. В парке 110 автобусов Ivesco Daily, среднесуточный пробег одного автомобиля 260 км, средний удельный плановый доход с 1 км пробега одного автобуса 36 руб.

Предприятие имеет собственную ПТБ, арендует офисные помещения, помещение для ремонта подвижного состава и стоянку, приобретает автобусы в лизинг с условием, что после окончания договора автомобиль переходит в собственность лизингодателя. Часть работ по поддержанию подвижного состава в исправном состоянии предприятие возлагает на сторонние организации за договорную оплату. Все сотрудники в штате имеют должностные оклады. Руководство предприятия устанавливает дневной план на прибыль автобуса в зависимости от сложности маршрута и может снизить его по каким-либо причинам или из-за схода автобуса с линии.

В таблицу динамики экономических и эксплуатационных показателей (табл. 1) заносим данные о неизменяющихся и изменяющихся затратах, а также о прибыли для каждого интервала эксплуатации одного среднестатистического автомобиля в парке.

Таблица 1

Динамика экономических и эксплуатационных показателей автобуса Ivesco Daily на АТП

Наименование показателя	Интервал, тыс. км												
	0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-225	225-250	250-275	275-300	300-325
Неизменные затраты, руб.	654												
Изменяемые затраты, руб.	78	99	119	127	129	130	129	125	128	132	141	153	176
Накопленное время простоя на ТО и ремонте, ч	12	26	36	42	46	47	46	45	43	41	41	42	46
Среднее число сходов с линии за интервал	0,2	0,9	2,2	2	2,7	1,9	3	3,3	3,8	4,3	4,3	6,0	9,5
Прибыль, руб.	218	197	177	169	167	166	167	171	168	164	155	143	120

На основании табл. 1 строится график динамики экономических показателей на АТП (рис. 3). Далее необходимо выявить критическую точку эксплуатации.

Показатели изменяются в зависимости от срока службы автобуса. Производится пересчет наработки (км) в срок службы (мес.) в зависимости от среднегодового пробега автобуса в парке (94 тыс. км).

Кривую прибыли представляем в виде линии тренда (проводим аппроксимацию и сглаживание) для получения идеальной характеристики динамики прибыли для автобуса Iveco Daily «Север-Авто». Из графика можно сделать вывод, что критическая точка эксплуатации находится в интервале 48...50 мес. Соответственно предприятию не рекомендуется приобретать автобусы в лизинг на срок более 48 мес.

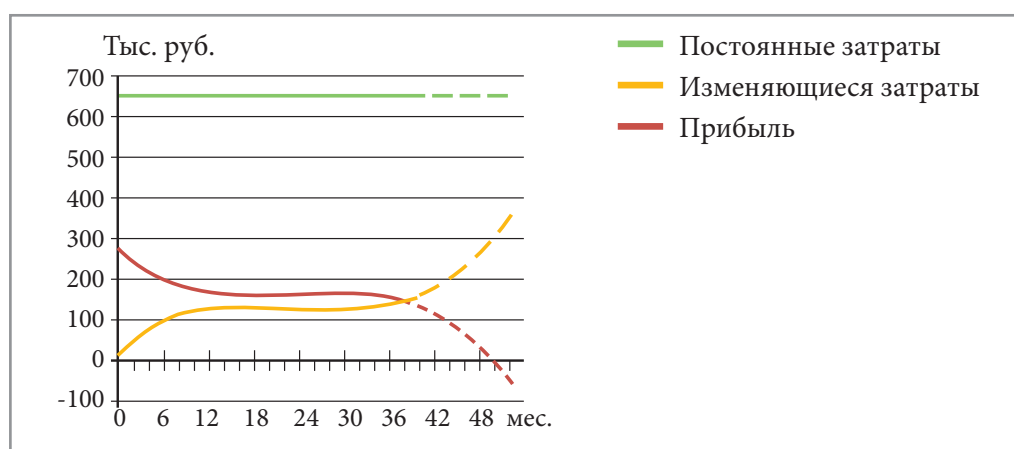


Рис. 3. График динамики экономических показателей на исследуемом АТП

В нашем случае АТП и компания-партнер, предоставляющая автобусы в лизинг, являются частью одной группы компаний. По условию лизинга после окончания действия договора автомобиль переходит в собственность лизингодателя. Поэтому для наблюдаемого АТП целесообразной является стратегия замены подвижного состава «по максимальной средней прибыли за интервал».

В табл. 2 приведены изменения средней прибыли за интервал и накопленной прибыли за весь период эксплуатации (срок договора лизинга) для различных сроков лизинга.

Таблица 2

Некоторые экономические показатели АТП в зависимости от срока лизинга автобусов

Показатели, тыс. руб.	Срок лизинга, мес.					
	33	36	39	42	45	48
Ежемесячные лизинговые платежи	64,6	62,0	60,5	58,2	55,3	53,2
Средняя прибыль за интервал	169,9	174,0	173,3	172,0	171,0	170,5
Накопленная прибыль за весь срок лизинга	5577	6264	6759	7224	7695	8184

На основании данных табл. 1 и графика динамики экономических показателей на исследуемом АТП (см. рис. 3) можно представить график динамики прибыли автобуса в зависимости от срока лизинга (рис. 4).

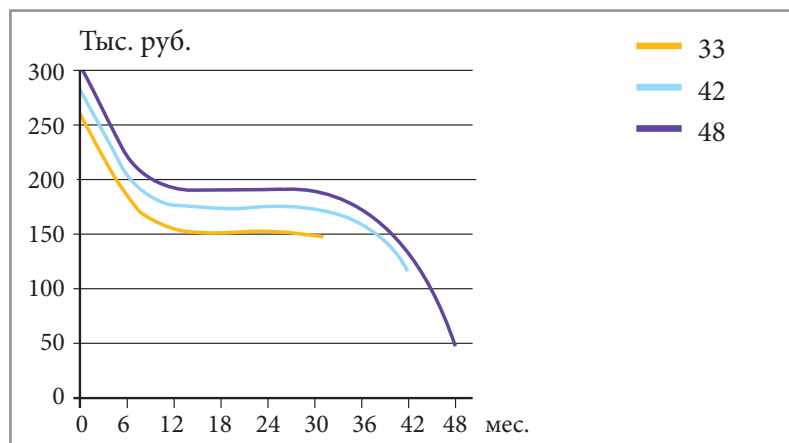


Рис. 4. Графическое представление динамики прибыли автобуса в зависимости от срока лизинга

На основании графика (см. рис. 4) получаем показатели средней прибыли автобуса АТП для различных сроков лизинга (рис. 5).

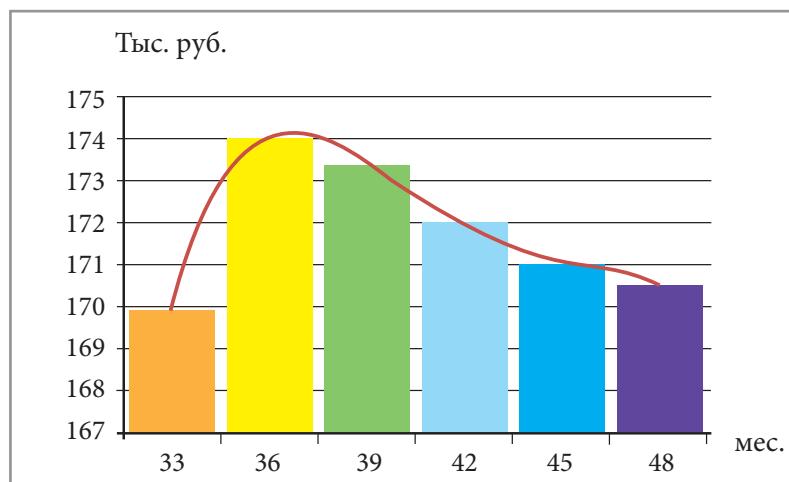


Рис. 5. Показатели средней прибыли автобуса АТП за интервал в зависимости от срока лизинга

Оптимальный срок службы автобусов Ivesco Daily, на который необходимо заключать договор лизинга предприятию, составляет 36 мес., так как именно при этом сроке лизинга АТП будет получать наибольшую среднюю прибыль за интервал. В настоящее время договоры заключались в среднем на сроки 38...44 мес.

Чтобы применить методику для парка автомобилей с газобаллонным оборудованием, необходимо собрать дополнительные статистические данные, учитывающие особенности конструкции, и провести дополнительный анализ изменения показателей, влияющих на безопасность.

Общественный транспорт в мегаполисах должен развиваться быстрыми темпами и соответствовать современным тенденциям. Для того чтобы успешно

конкурировать на рынке пассажирских перевозок, предприятиям необходимо использовать передовые технологии во всех областях, в том числе и в определении оптимального срока службы подвижного состава.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Методика определения оптимального срока службы автобусов, приобретаемых в лизинг, позволяет решить вопросы, связанные с определением срока оперативного лизинга.

2. Задачу нельзя решать линейно, к ней надо подходить комплексно, учитывая внешние условия и применяя различные стратегии определения оптимального срока договора лизинга.

3. Методика позволяет не только получить оптимальный для АТП срок лизинга новых автобусов, но и проанализировать изменение экономических и эксплуатационных показателей среднестатистического автобуса в парке.

4. Методика может корректироваться каждым конкретным АТП для своих условий, применима для современных условий и подвижного состава.

Литература

1. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: Учеб. пособие. – М. : МАДИ, 2003. – 247 с.

2. Распоряжение Минтранса РФ от 14 марта 2008 г. № АМ-23-р О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте».

ГНС
Проектирование, поставка оборудования, строительство, реконструкция, модернизация

АГЗС
Проектирование, поставка оборудования, строительство, монтаж, пусконаладка

ТРК
Топливораздаточные колонки с массовыми расходомерами (учет объема в л, массы в кг, плотности и температуры) и интегрированным постом заправки газовых баллонов. Гарантия – 3 года.

Резервуары
Собственное серийное производство резервуаров для СУГ объемом 4,6; 6,5; 8,5; 9,2 и 20,0 м³

Посты
заправки бытовых газовых баллонов с электронным управлением с возможностью автоматизации

САГ
Станции автономного газоснабжения производительностью от 32 до 14 000 кг/ч

Flüssiggas-Anlagen
Компания Flüssiggas Anlagen GmbH (FAS) (основана в 1975 году) – современное динамичное производство, зарекомендовавшее себя как поставщик эффективных решений для работы со сжиженными газами. За время работы оборудованием компании FAS оснащены сотни объектов нефтегазового комплекса во многих странах Европы и мира: комплекты газовые терминалы, газовые и многотопливные заправочные станции и многое другое. Постоянными заказчиками компании стали многие ведущие нефтегазовые компании.

узнайте подробнее
WWW.FAS.SU • (495) 647 0577 • (812) 318 7580

18 лет в России!

Системы резервного электроснабжения
на базе газовых и дизельных генераторов производства FAS, SDMO, Henkelhausen. Широкий спектр автоматизированных решений мощностью до 500 кВт (включая кластерные и каскадные системы)

реклама

Использование природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственной техники

Г.С. Савельев, профессор, зав. лабораторией ГНУ ВИМ, д.т.н.,
М.Н. Кочетков, научный сотрудник ГНУ ВИМ, к.т.н.,
Е.В. Овчинников, младший научный сотрудник ГНУ ВИМ,
И.М. Коклин, доцент, заведующий кафедрой Невинномысского филиала РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, д.т.н.

Рассмотрена экономическая выгода от замещения сжатым природным газом традиционного нефтяного топлива в сельскохозяйственном производстве. Представлено технико-экономическое обоснование целесообразности использования природного газа в качестве моторного топлива для самоходной сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова:

сжатый природный газ, газомоторное топливо, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, передвижной автогазозаправщик, чистый дисконтированный доход, автотракторная техника.

Использование природного газа в качестве моторного топлива является наиболее реальной альтернативой нефтяным топливам, позволяющей значительно уменьшить затраты на топливо и существенно снизить себестоимость сельхозпродукции.

Экономическим законодательным стимулом для переоборудования на сжатый природный газ (СПГ) транспортных средств, специальной

и сельскохозяйственной техники является постановление Правительства РФ от 15.01.1993 г. № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом», регламентирующее цену 1 м³ природного газа в пределах 50 % стоимости низкооктанового бензина. Из представленных в табл. 1 цен на моторные топлива следует, что современная цена на КПП значительно ниже 50 % цены низкооктановых бензинов.

Таблица 1

Цены на моторное топливо, руб./л (м³)

Топливо	Цена	Цена КПП относительно других видов топлива, %
Дизельное топливо (0,845 кг/м ³), руб./л	31,50	33,3
Бензин Аи-80, руб./л	27,80	37,8
Бензин Аи-92, руб./л	28,50	36,8
Бензин Аи-95, руб./л	32,00	32,8
Пропан-бутановая смесь, руб./л	16,00	65,6
КПП, руб./м ³	10,50	100

В ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (ГНУ ВИМ) совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» длительное время проводились НИОКР по переводу сельскохозяйственной техники на газомоторное топливо (ГМТ). Были разработаны и изготовлены опытные образцы газодизельных, работающих на КПП [1], тракторов К-701, К-700А, Т-150К, ДТ-75, МТЗ-82, ЮМЗ-6, ЛТЗ-55 (рис. 1а, б). Опытные образцы тракторов прошли приемочные испытания, на которых в основном были получены положительные результаты (табл. 2).



К-701



ДТ-75



МТЗ-82

Рис. 1а. Тракторы, работающие на КПП

Ввиду ограниченной сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и отсутствия гарантированного снабжения газомоторным топливом используются газодизельные двигатели, которые

Природный газ в сельском хозяйстве

42

при необходимости переключаются на дизельный режим. При гарантированной ежедневной заправке газом более эффективна конвертация дизелей в монотопливные газовые двигатели с полным замещением дизельного топлива более дешевым газовым [2].



T-150K



ЮМЗ-6



ЛТЗ-55

Рис. 16. Тракторы, работающие на КПГ

Таблица 2

Протоколы приемочных испытаний тракторов, работающих на КПГ

Марка	Место проведения приемочных испытаний	Номер/дата протокола или акта приемочных испытаний
Газодизельные тракторы К-701 К-700А МТЗ-82 ДТ-75 ЮМЗ-6 Т-150К ЛТЗ-55	РосНИИТиМ КубНИИТиМ ЦМИС РосНИИТиМ ЦМИС ЦМИС ЦМИС, НАТИ	07-87-2002 07-60-97 13-33-96 07-101-2002 13-31-97 13-40-01 13-31-97
Газовый двигатель с зажиганием от искры на базе дизеля ММЗ-243 для автомобиля ЗИЛ-5301 и трактора МТЗ-80/82	ГНУ ВИМ, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ФГУП НИЦИАМТ	Акт от 30.07.2004 г., Москва, протокол № 11-1/16-03
Трактор МТЗ-82 (коммунальный) с бортовой системой питания сжиженным природным газом	ГНУ ВИМ, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	От 15.01.2004 г., Москва
Бортовая система питания трактора К-701, работающего на сжиженном природном газе	Поволжская МИС, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ГНУ ВИМ	№ 08-96-2007, Кинель

Комплексный подход к обеспечению газомоторным топливом сельскохозяйственного производства

Для анализа работы системы снабжения газомоторным топливом и эксплуатации автотракторной техники предложен комплексный подход к использованию

ГМТ в сельскохозяйственном производстве, который заключается в решении следующих задач:

- создание заправочного комплекса для техники, работающей на КПП;
- перевод сельхозтехники на КПП в автотранспортных хозяйствах, расположенных в соседних районах;
- создание полигона для переоборудования, испытания и доводки сельхозтехники, работающей на КПП.

Использование газомоторного топлива в сельском хозяйстве по сравнению с другими отраслями имеет особенность, заключающуюся в необходимости производить заправку тракторов в поле. Это не относится к тракторам, выполняющим транспортные работы и обслуживание животноводческих ферм, при которых трактор может заправляться на АГНКС или от стационарного газобаллонного модуля.

Заправка в поле производится от передвижного автогазозаправщика (ПАГЗ), который доставляет КПП на край поля. Поэтому с учетом возможностей движения по полевым дорогам и высоких массогабаритных показателей ПАГЗ такая технология заправки имеет значительные финансовые и трудовые затраты, которые нужно тщательно обсчитывать при выполнении технико-экономического обоснования (ТЭО). Эти затраты исключаются, если ПАГЗ находится на балансе АГНКС, что практикуется в ООО «Касимовавтогаз» и Невинномысской АГНКС [3]. Затраты на ПАГЗ, которые принадлежат АГНКС, окупаются за счет увеличения объемов реализации КПП.

ТЭО использования природного газа в качестве моторного топлива для самоходной сельскохозяйственной техники проведено на примере колхоза-племзавода «Казьминский», расположенного в селе Казьминское Кочубеевского района Ставропольского края.

Условия расчета

Оценка коммерческой эффективности проводилась по трем вариантам.

Вариант первый. Газозаправочную функцию осуществляет ООО «Кавказавтогаз», используя комплекс, в состав которого входят АГНКС в с. Казьминское, четыре полевых ПАГЗ и три стационарных газобаллонных модуля (СГБМ). ПАГЗ и СГБМ находятся на балансе СПК «Казьминское».

Вариант второй. Три СГБМ находятся на балансе АГНКС, а четыре ПАГЗ – на балансе СПК «Казьминское».

Вариант третий. Весь газозаправочный комплекс (4 ПАГЗ и 3 СГБМ) находится на балансе АГНКС ООО «Кавказавтогаз».

С учетом предложенного комплексного подхода к обеспечению сельскохозяйственных предприятий ГМТ приняты следующие условия:

- дизельные двигатели тракторов и автомобилей переоборудуются для работы по газодизельному циклу, бензиновые – по газовому циклу с искровым зажиганием;

- на базе колхоза-племзавода «Казьминский» создается полигон для переоборудования, испытания и доводки сельхозтехники, работающей на КПП, который должен осуществлять подбор и установку ГБО с последующим изготовлением пилотных образцов на пункте переоборудования «Кавказ-трансгаз» в Невинномысске;
- предварительные испытания (обкатка) проводятся в службе сельского хозяйства и озеленения (ПСХиО) Невинномысского линейно-производственного управления магистральных газопроводов (ЛПУМГ);
- апробированные варианты новых образцов техники, работающих на КПП, проходят приемочные испытания на Кубанской машиноиспытательной станции (МИС);
- по результатам испытаний МИС выдает рекомендации по использованию техники в сельском хозяйстве или доработке конструкции;
- при положительных результатах испытаний образец передается в сельхозпредприятие для эксплуатации;
- промышленное (массовое) переоборудование тракторной техники на КПП осуществляет ОАО «Кочубеевский ремонтный завод» на договорных условиях с сельхозпредприятиями.

В качестве показателя эффективности проекта перевода сельскохозяйственной техники на КПП используется чистый дисконтированный доход (ЧДД), который представляет собой накопленный дисконтированный чистый поток денежных средств за расчетный период (10 лет).

При расчете коммерческой эффективности приняты следующие условия:

- грузовые и легковые автомобили и автобусы заправляются на АГНКС;
- тракторы, находящиеся вблизи АГНКС, перед выездом в поле заправляются на АГНКС, далее в течение смены в поле дозаправляются от ПАГЗ;
- тракторы, находящиеся на удаленных территориях, перед выездом в поле заправляются от СГБМ или ПАГЗ, далее в течение смены в поле дозаправляются от ПАГЗ;
- годовая загрузка тракторов и автомобилей принята по фактическим данным сельскохозяйственного предприятия СПК «Казьминское» за 2010 г.

Характеристика хозяйства

СПК «Казьминское» является крупным сельхозпредприятием с высоким уровнем энерговооруженности и организации труда. Географически хозяйство охватывает несколько населенных пунктов с площадью возделываемой пашни более 30 тыс. га. Хозяйство высокорентабельное, имеет 365 ед. техники (323 трактора и 42 автомобиля), которые планируется переоборудовать для работы на КПП (табл. 3).

Подготовка персонала, эксплуатирующего газозаправочное и газоиспользующее оборудование, осуществляется учебными заведениями – учебно-курсовым комбинатом Невинномысского ЛПУМГ, Невинномыским

филиалом кафедр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина и кафедрой «Тракторы и автомобили» Ставропольского государственного аграрного университета.

Таблица 3

Показатели автотракторного парка СПК «Казьминский»

Наименование	Число	Тип топлива	Годовой расход, тыс. л	Средняя норма расхода, кг/100 км (тракторы – кг/ч)	Средний годовой пробег одной ед. техники, тыс. км/год (тракторы, комбайны – моточас/год)	Годовая загрузка одной ед. техники, ч/год
Тракторы						
К-700	32	ДТ	1613	53,1	950	950
МТЗ-80	166	ДТ	2693	13,8	1200	1200
Т-150К	22	ДТ	653	29,7	1000	1000
ЛТЗ	10	ДТ	64	9,4	1000	1000
ДТ-75	49	ДТ	813	16,6	1000	1000
Грузовые автомобили						
КАМАЗ	43	ДТ	650	32,5	45,88	1147
МАЗ	1	ДТ	5	24,2	21,25	531
ГАЗ	3	Аи-80	16	23,1	22,57	564
Автобус						
УАЗ	2	Аи-80	16	22,5	35,2	880
Легковые автомобили						
УАЗ	6	Аи-80	21	12,8	27	675
ВАЗ	27	Аи-92	72	6,4	41,1	1028
ГАЗ	4	Аи-92	10	9,8	25,2	630
Дизельная техника	323	–	6521	–	–	7828
Бензиновая техника	42	–	134	–	–	3777
Всего	365	–	6656	–	–	11605

Результаты расчета коммерческой эффективности использования КПГ

На рис. 2 представлены результаты расчетов потребления КПГ после переоборудования автотракторной техники и объемы замещения нефтяного топлива природным газом.

Природный газ в сельском хозяйстве

46

Для СПК «Казьминское» годовая экономия затрат на топливо составляет 70,19 млн руб., в том числе 68,56 млн руб. – от переоборудования парка дизельной техники и 1,63 млн руб. – от переоборудования парка бензиновой техники. Годовая потребность в КПГ составляет 6003 тыс. м³, при этом годовая экономия нефтяного топлива достигает 4366 т, в том числе дизельного топлива – 4239 т, бензина – 127 т.

Расчетный период оценки экономической эффективности принят с учетом амортизационного срока для автотранспортных средств, который в среднем составляет около 10 лет.

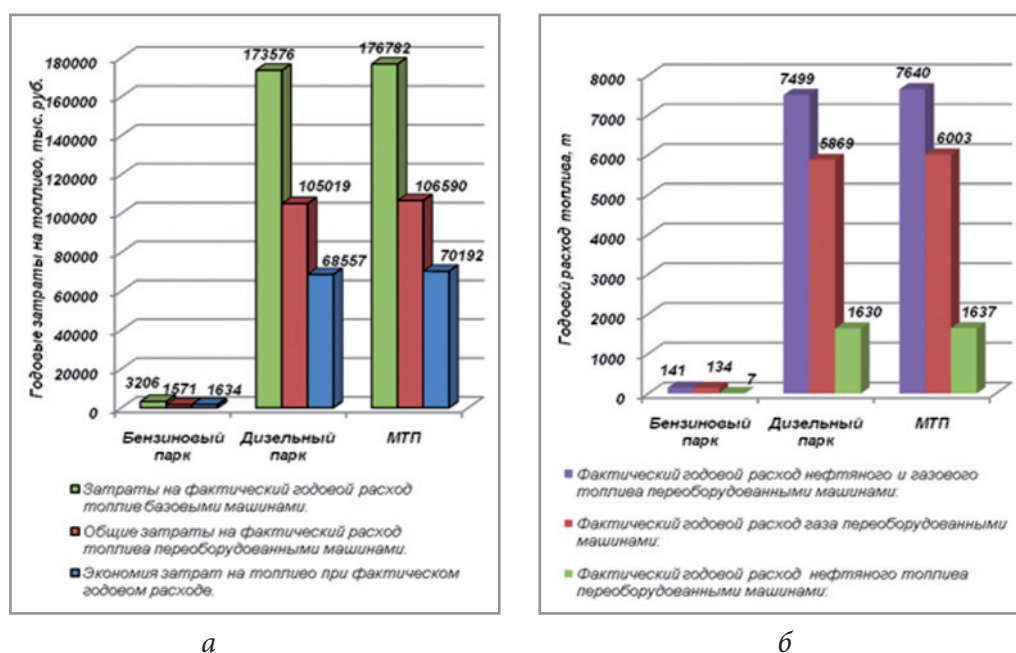


Рис. 2. Годовая экономия затрат на топливо (а) и годовой расход топлив (б) после переоборудования техники для работы на КПГ

В расчетах инвестиций на переоборудование техники были применены усредненные розничные цены на комплекты газобаллонного оборудования (ГБО), а также стоимость монтажных работ в современных ценах действующих сервисных центров (табл. 4). Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт приняты оценочно в размере 40 %, а прочие расходы 35 % от амортизационных отчислений на установленное ГБО. Налог на имущество составляет 2,2 % от капитальных вложений (покупка ГБО).

В качестве полевого газозаправщика рекомендуется ПАГЗ с баллонными секциями, оборудованный манипулятором для съема и установки секций на подготовленную на краю поля площадку. Расчетная стоимость ПАГЗ 12 млн руб. Для хранения КПГ и заправки тракторов и автомобилей в каждом из трех удаленных хозяйств устанавливается стационарный газобаллонный модуль с компрессором высокого давления СГБМ-60/80-16 стоимостью 16 млн руб.

Объем инвестиций на переоборудование автотранспортных средств

составляет 59,46 млн руб. При приобретении предприятием требуемого количества ПАГЗ и СГБМ инвестиции в газозаправочный комплекс составят 96 млн руб.

Экономия от замещения нефтяного топлива природным газом является дополнением к прибыли предприятия, которую оно получает от основного вида деятельности. Перевод автотракторной техники на природный газ позволяет сократить затраты на топливо в 1,7 раза.

Окупаемость инвестиций в переоборудование автотранспорта и сельхозтехники для работы на КПП приведена на рис. 3.

Таблица 4

Расчет стоимости переоборудования парка машин

Наименование	Материал газовых баллонов	Число газовых баллонов на одной машине, шт.	Общая вместимость по газу, м^3	Цена одного комплекта ГБО без баллонов, руб.	Цена комплекта газовых баллонов на одну машину, руб.	Цена одного комплекта ГБО с газодизельным ТНВД и баллонами, тыс. руб.	Цена переоборудования парка, тыс. руб.
Тракторы							
К-700	Сталь	18	216,0	83400	171000	254,4	8141
МТЗ-80	М-пластик	4	48,0	57900	92000	149,9	23235
Т-150К	Сталь	10	120,0	80900	95000	175,9	3870
ЮМЗ-6	М-пластик	4	48,0	74000	92000	166,0	1826
ЛТЗ	М-пластик	4	48,0	74000	92000	166,0	1660
ДТ-75	Сталь	10	120,0	74000	95000	169,0	8281
Грузовые							
КАМАЗ	Сталь	10	120,0	68400	95000	163,4	7026
МАЗ	Сталь	10	120,0	48100	95000	143,1	143
ГАЗ	М-пластик	7	84,0	41000	161000	202,0	606
Автобус							
УАЗ	М-пластик	4	48,0	45600	92000	137,6	275
Легковые							
УАЗ	М-пластик	4	48,0	26700	92000	118,7	712
ВАЗ	М-пластик	4	48,0	26700	92000	118,7	3205
ГАЗ	М-пластик	4	48,0	27500	92000	119,5	478
Дизельная техника							54181
Бензиновая техника							5276
Всего							59458

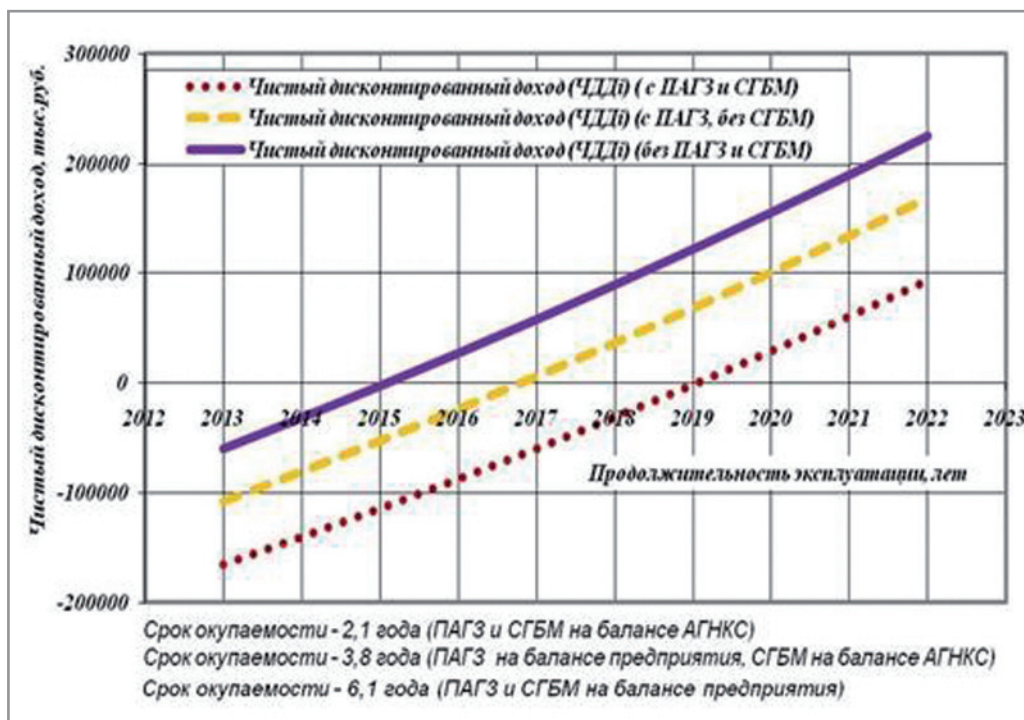


Рис. 3. Эффективность капитальных вложений в использование газомоторного топлива на сельскохозяйственном предприятии (в ценах 2013 г.)

Расчет проводился для вариантов с использованием ПАГЗ и СГБМ, принятых на баланс сельхозпредприятия, и с использованием ПАГЗ и СГБМ, находящихся на балансе АГНКС.

Для варианта с использованием ПАГЗ и СГБМ, принадлежащих хозяйству, получены следующие показатели: капиталовложения на переоборудование 365 ед. техники для работы на КПП и приобретение четырех ПАГЗ и трех СГБМ составляют около 165,5 млн руб. Срок окупаемости для автотракторной техники СПК «Казьминский» составит 6,1 года. Переоборудование 365 ед. техники без затрат на газозаправочный комплекс окупится за 2,1 года.

При использовании находящихся на балансе СПК только четырех ПАГЗ (СГБМ на балансе АГНКС) срок окупаемости для автотракторной техники СПК «Казьминское» составит 3,8 года при капиталовложениях 117,5 млн руб. на переоборудование 365 ед. техники для работы на КПП и приобретение четырех ПАГЗ.

Следует отметить, что при использовании ПАГЗ стоимость КПП возрастает на 2,97 руб./м³, а при использовании СГБМ – на 2,99 руб./м³. Соответственно стоимость КПП при заправке автотракторной техники, расположенной на удаленных территориях СПК «Казьминское», может превысить 16,2 руб./м³. При заправке тракторов в поле с помощью ПАГЗ стоимость КПП возрастает до 13,5 руб./м³ (табл. 5).

Таблица 5
Расчет балансовой цены КПП в хозяйстве при использовании ПАГЗ и СГБМ

Наименование	ПАГЗ	СГБМ	ПАГЗ и СГБМ
Прямые затраты на эксплуатацию газозаправщика, руб.	10 058 936	8 640 000	18 698 936
Приведенные затраты на эксплуатацию газозаправщика, руб.	17 258 936	17 340 000	33 098 936
Прирост оптовой цены КПП в хозяйстве при использовании газозаправщика, руб. /м ³	2,97	2,99	5,96
Балансовая (новая) цена КПП в хозяйстве при использовании газозаправщика, руб./ м ³	13,47	13,49	17,46
Срок окупаемости газозаправщика и стационарного газобаллонного модуля с компрессором, лет	2,8	2,8	2,9

При этом срок окупаемости ПАГЗ и СГБМ составит 2,9 года при условии, что не учитываются инвестиции в переоборудование парка техники для работы на КПП.

Как видно из результатов расчета, на эффективность переоборудования сельскохозяйственной техники значительное влияние оказывают необходимость заправки тракторов в поле и связанные с этим дополнительные затраты на приобретение и эксплуатацию ПАГЗ и СГБМ, что увеличивает стоимость КПП в хозяйстве. Однако в хозяйствах, не имеющих магистрального газа, применение СГБМ позволяет перевести на природный газ стационарные теплогенераторные установки, в том числе для сушки сельхозпродукции. При этом КПП расходуется из секций СГБМ с низким давлением после заправки из них автотракторной техники.

Снизить затраты на заправку тракторов возможно при использовании в качестве газомоторного топлива сжиженного природного газа (СПГ). Снижение возможно обеспечить за счет увеличения объема одноразовой заправки газом в 2,5-3,5 раза по сравнению с КПП [4].

Опытные образцы тракторов К-701 и МТЗ-82 на СПГ были разработаны и изготовлены совместно ГНУ ВИМ и ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Опытный образец трактора К-701 (рис. 4) с бортовой топливной системой на СПГ прошел испытания в Поволжской МИС, по итогам которых были получены положительные результаты.

Результаты более подробных исследований коммерческой эффективности и целесообразности использования СПГ в сельском хозяйстве будут опубликованы позднее.

Расчеты коммерческой эффективности применения КПП в СПК «Казьминское» Ставропольского края показывают, что использование газомоторного топлива в автотракторной технике экономически эффективно. Годовая потребность сельхозпредприятия в КПП составит 6003 тыс. м³, годовая экономия нефтяного



Рис. 4. Трактор К-701, работающий на СПГ, на испытаниях в Поволжской МИС

топлива – 4366 т, в том числе дизельного топлива – 4239 т, бензина – 127 т. Годовое снижение затрат на топливо в СПК составит более 70 млн руб., что позволит хозяйству приобрести 10 мощных тракторов «Кировец» К-744.

При переоборудовании парка автотракторной техники на КПГ в СПК «Казьминское», включающего 365 ед. техники (в том числе 323 дизельной и 42 бензиновой), при условии, что ПАГЗ и СГБМ находятся на балансе АГНКС, получены следующие показатели:

- капитальные вложения для переоборудования парка техники на КПГ составляют 59,46 млн руб.;
- срок окупаемости капитальных вложений не более 2,1 года.

При варианте, когда четыре ПАГЗ находятся на балансе СПК, а три СГБМ на балансе АГНКС, получено:

- капитальные вложения для переоборудования парка техники на КПГ равны 117,5 млн руб.;
- срок окупаемости капитальных вложений составляет 3,8 года.

При варианте, когда четыре ПАГЗ и три СГБМ находятся на балансе СПК:

- капитальные вложения для переоборудования парка техники на КПГ достигают 165,5 млн руб.;
- срок окупаемости капитальных вложений 6,1 года.

Максимальная эффективность при переводе на КПГ получена от самого мощного трактора К-701: при капвложениях на переоборудование одного трактора 254,4 тыс. руб. снижение затрат на топливо для одного трактора равно 529,9 тыс. руб./год при сроке окупаемости в пределах 0,6...0,9 года (для разных вариантов заправки).

Минимальная эффективность получена от маломощных и имеющих малую годовую наработку тракторов ЮМЗ и ЛТЗ. Повысить эффективность перевода на газомоторное топливо этих тракторов возможно при переоборудовании их дизелей в газовые двигатели с зажиганием от искры, что обеспечивает полное замещение дизельного топлива газовым. Однако данный вариант применим на операциях

с неполной загрузкой двигателей тракторов (транспортные работы и обслуживание животноводческих ферм) и при гарантированном снабжении газомоторным топливом.

Переоборудование комбайна Дон-1500 нерентабельно из-за малой годовой загрузки (120 моточасов) и значительных капвложений на переоборудование (304 тыс. руб.).

Предложения по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива

С целью расширения использования природного газа в качестве моторного топлива в сельском хозяйстве авторами предлагаются следующие комплексные мероприятия, способствующие росту применения ГМТ:

1. Разработка современных конструкций и организация серийного производства расширенной номенклатуры сельскохозяйственной техники, работающей на газомоторном топливе, за счет создания газодизельных и газовых модификаций отечественных и импортных тракторов, сушильно-сортировочных комплексов и другой самоходной и стационарной техники.

2. Разработка технологии конвертации для работы на газомоторном топливе находящейся в эксплуатации дизельной и бензиновой сельскохозяйственной автотракторной техники и стационарных энергетических средств с учетом современного уровня отечественных и зарубежных технологий.

3. Создание центров по переоборудованию и техническому обслуживанию техники, работающей на газомоторном топливе, при новых и находящихся в эксплуатации АГНКС.

4. Организация серийного производства полевых газозаправщиков для тракторов, работающих на газомоторном топливе, на базе автомобилей высокой проходимости и тракторных прицепов. Заправщики должны иметь съемные секции баллонов и манипуляторы для снятия и установки секций в полевых условиях.

5. Разработка национального стандарта ГОСТ Р «Тракторы сельскохозяйственные и промышленные, работающие на газомоторном топливе. Общие технические требования» и технического регламента «О требованиях к технологиям заправки сельскохозяйственной техники газомоторным топливом».

6. Разработка технико-экономического обоснования и технологической схемы снабжения газомоторным топливом мобильной, стационарной техники сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств с помощью местных локальных сетей газопроводов.

7. Проведение научных исследований для разработки новой и актуализации устаревшей нормативно-технической документации, регламентирующей все этапы полного жизненного цикла газомоторного топлива, включая

Природный газ в сельском хозяйстве

52

производство, транспортировку, хранение, заправку и использование в авто-тракторной и другой технике.

8. Определение механизмов стимулирования внедрения техники, работающей на газомоторном топливе, для чего предусмотреть законодательные акты по различным льготам и налоговым преференциям при использовании альтернативных топлив.

9. Создание испытательных полигонов для сельскохозяйственной техники, работающей на газомоторном топливе, на базе колхоза-племзавода «Казьминский» Кочубеевского района Ставропольского края и ООО «Касимовавтогаз» в Рязанской области при техническом руководстве кафедрами РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

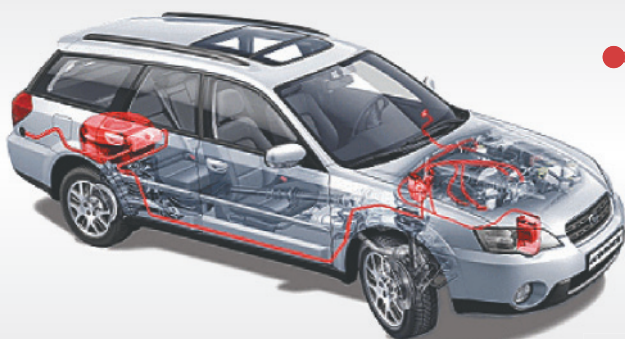
Литература

1. Савельев Г.С. Альтернативное топливо в сельском хозяйстве // АГЗК+АТ. – 2006. – № 1. – С. 64-70.
2. Савельев Г.С., Дегтярев Д.В. Техничко-экономические показатели газодизельных и газоискровых двигателей, работающих на КПП // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2. – С. 74-75.
3. Савельев Г.С. Применение газомоторного и биодизельного топлив в автотракторной технике: Монография. – М.: ГНУ ВИМ, 2009.
4. Савельев Г.С., Шапкайтц А.Д., Подосинников В.В., Медведев А.А. Сельскохозяйственные тракторы, работающие на метане // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5. – С. 7-13.

БАЛСИТИ

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

реклама



ПРОДУКЦИЯ:

АВТОМОБИЛЬНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА:

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



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

На предприятии компании внедрена и действует система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001-2008). Баллоны сертифицированы по Международным правилам ЕЭК ООН № 67-01 с дополнениями 1-9, а также на соответствие требованиям Технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств».

Получение из гидрата природного газа газообразного и жидкого метана – новый путь освоения энергетических ресурсов Севера

Е.П. Федоров, ведущий научный сотрудник

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», к.т.н.,

Л.С. Яновский, профессор, начальник отдела

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», д.т.н.,

Н.И. Варламова, начальник сектора

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»,

В.В. Разносчиков, доцент, старший научный сотрудник

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», к.т.н.,

И.А. Демская, аспирант, инженер ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

Рассматриваются новые способы получения газа из гидрата газа разовой партии и непрерывного производства. Приведены схемы установок для получения газа из гидрата газа.

Ключевые слова:

газовый гидрат, природный газ, гидрат метана.

Запасы природного газа (ПГ) в составе газовых гидратов в Арктике, Антарктике, на дне океанов и морей на порядки превышают разведанные запасы свободно-

го природного газа. Это делает весьма привлекательным рассмотрение возможности использования гидратов ПГ в качестве сырья для производства свободного природного газа.

При этом предпочтительно, чтобы промышленная установка позволяла получать из гидрата сжатый газ высокого давления и/или сжиженный природный газ (СПГ).

Газовые гидраты представляют собой кристаллические твердые вещества, состоящие из молекул газа, окруженные каркасом из молекул воды (рыхлый лед). Газовые гидраты образуют твердую фазу при давлениях выше и температурах ниже, чем те, которые необходимы для превращения воды в лед [1].

В северных районах России, где имеются большие наземные залежи газогидратов, природный газ основных месторождений содержит в своем составе 98...99 % метана [2]. Поэтому в дальнейшем все расчеты приводятся для гидрата метана как гидрата ПГ.

Гидрат метана обладает следующими характеристиками:

- формула $\text{CH}_4 - 5,9\text{H}_2\text{O}$;
- соотношение метана к воде 1:6,64 (масс.);
- плотность гидрата $0,90 \text{ г/см}^3$.

Давление насыщенных паров гидрата метана составляет $0,1 \text{ МПа}$ при температуре $-29 \text{ }^\circ\text{C}$.

В настоящее время основными способами получения из гидрата ПГ газообразного природного газа (метан) являются следующие:

- замещение метана углекислым газом в гидрате природного газа;
- разложение гидрата природного газа на метан и воду при подводе тепла.

Первый способ основан на том, что гидрат CO_2 является более стабильным, чем гидрат метана, и

молекулы диоксида углерода могут замещать в нем молекулы метана. Эта реакция протекает на поверхности и в мелких порах гидрата, поэтому эффективность процесса замещения определяется тем, в какой мере обеспечивается подвод CO_2 внутрь объема гидрата.

Для выработки газообразного метана в пласт его гидрата через скважину закачивается жидкий CO_2 . Через эту же скважину на поверхность поступает замещенный диоксидом углерода газообразный метан.

Основные преимущества способа замещения метана углекислым газом в гидрате природного газа состоят в том, что, во-первых, решается проблема захоронения парникового газа, каким является диоксид углерода, и, во-вторых, не дестабилизируется гидратный пласт. Недостатки – необходимость дополнительных затрат энергии для получения жидкого диоксида углерода и очистки добываемого метана от засорения этим газом.

США и Япония в совместном заявлении объявили об успешных полевых испытаниях (на Аляске) этой технологии замещения, которая впервые в мире использует углекислый газ для получения метана из гидрата природного газа [3].

В данной статье основное внимание уделено второму способу получения из гидрата ПГ газообразного природного газа.

Метан из газогидрата ПГ по этому способу можно получать отдельными партиями и непрерывно. Принципиальная схема установки для получения газообразного метана разовой партии высокого давления

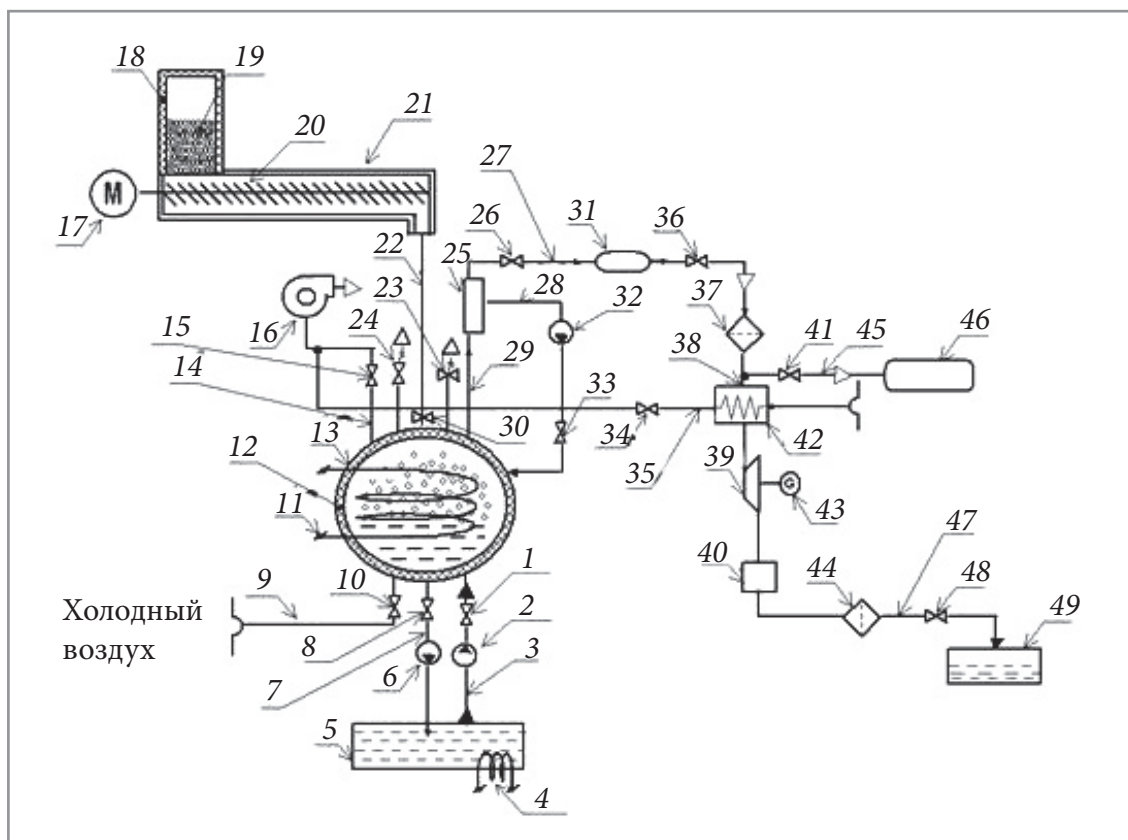


Рис. 1. Схема установки для получения из гидрата метана разовой партии газообразного и жидкого ПГ

и охлажденного до температуры его кипения показана на рис. 1.

Предполагается, что установка расположена в Заполярье, где температура воздуха в период ее эксплуатации ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она содержит устройство для получения метана из гидрата ПГ и узел загрузки гидрата.

Устройство для получения метана включает реактор с его коммуникациями. Чтобы избежать замерзания воды в каналах этой части установки, она должна находиться в отапливаемом помещении с положительной температурой воздуха. Реактор должен быть теплоизолированным.

Узел загрузки гидрата метана дол-

жен находиться вне отапливаемого помещения.

Для обеспечения непрерывной работы установка должна содержать, по меньшей мере, еще один реактор для получения свободного метана из гидрата метана.

При циклической работе установка (см. рис. 1) функционирует следующим образом. Перед загрузкой в реактор гидрата метана выполняют продувку реактора 13 холодным воздухом с температурой ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ через трубопровод 9 с краном 10 на входе в реактор, а на выходе из реактора – через трубопровод 14 отвода холодного воздуха с краном 15 и вентилятор 16 в атмосферу. При достижении температуры внутренних стенок реактора 13 ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ перекрывают краны 10, 15, 1, 8

трубопроводов 9, 14, 3, 7 соответственно и отключают вентилятор 16. Открывают кран 24 суфлирования полости реактора 13 с атмосферой, включают привод 17 винтового насоса 20 узла загрузки гидрата и из резервуара 18 через вертикальный отвод 22 с задвижкой 30 корпуса 21 гранулы 19 гидрата метана загружают в реактор 13. После загрузки реактора 13 гидратом до заданного уровня винтовой насос 20 отключают, закрывают задвижку 30 отвода 22. Включают подогрев реактора 13 с гранулами 19 гидрата метана нагревателем 11 до заданной температуры, при которой в реакторе 13 устанавливается заданное постоянное давление метана (например, 15...20 МПа). Стенки реактора 13 снаружи снабжены теплоизоляцией 12. С повышением давления свыше допустимого срабатывает предохранительный клапан 23 и снижает давление в реакторе 13.

При нагреве гидрат метана разлагается на газ и воду. Плотность гидрата метана меньше плотности воды, и гидрат располагается в реакторе 13 на поверхности воды. На трубопроводе 27 (при закрытом кране 36) открывают кран 26 перед ресивером 31. Смесь газообразного метана, гидрата метана и воды из реактора 13 по трубопроводу 29 направляют при постоянных давлении и расходе через сепаратор 25 в ресивер 31. В сепараторе 25 осуществляют отделение воды и непрореагировавшего гидрата метана от газообразного метана. Через трубопровод 28 непрореагировавший гидрат и воду винтовым насосом 32 через кран 33 направляют обратно в реактор 13. После достижения в

ресивере 31 заданного давления открывают кран 36 подачи сжатого метана потребителям 46 и 49 через фильтр 37.

К потребителю 46 сжатый метан направляют через отводной трубопровод 45 с краном 41. К потребителю 49 сжатый метан направляют через канал 38 горячего теплоносителя теплообменника 42 системы охлаждения газообразного метана, турбодетандер 39, дроссель 40, жидкостный фильтр 44 и отводной трубопровод 47 с краном 48. При работе турбодетандера 39 электрогенератор 43 вырабатывает энергию для питания потребителей установки.

В теплообменнике 42 сжатый метан охлаждается воздухом, отсасываемым из атмосферы через канал 35 и кран 34 вентилятором 16. Дальнейшее охлаждение сжатого метана осуществляется за счет его расширения в турбодетандере 39. После турбодетандера 39 сжатый газообразный метан охлаждается до температуры кипения дросселированием при прохождении через дроссель 40 и содержится после дросселя жидкую фазу. На выходе из дросселя 40 метан в жидкой фазе очищается от примесей в фильтре 44 и по трубопроводу 47 с краном 48 направляется к потребителю 49 сжиженного метана.

Для увеличения содержания в метане жидкой фазы необходимо поднимать давление разложения гидрата метана в реакторе 13 выше 20,0 МПа. Это достигается включением в реакторе 13 нагревателя 11.

Так как в гидрате ПГ массовая доля метана составляет 13,1 %, а воды 86,9 % (то есть на 1 кг метана

приходится 6,64 кг воды), то при атмосферном давлении и плотности гидрата метана 900 кг/м^3 после его полного разложения вода займет ~80 % объема реактора 13. Когда весь гидрат метана разложится, давление в реакторе 13 начнет падать. Это является сигналом для включения водяного насоса 2 и выдавливания из реактора 13 свободного газообразного метана с заданными постоянными исходными давлением и расходом. Насос 2 можно включать и с началом расходования гидрата метана, регулируя им же расход воды в зависимости от расхода газогидрата. В этом случае целесообразно повышать температуру воды в емкости 5 нагревателем 4.

Потребляемая насосом 2 электроэнергия при давлении подачи воды 15...20 МПа будет составлять 30...40 кВт на 1 кг/с выделившегося при разложении гидрата ПГ газообразного метана при условии, что насос 2 будет включаться в работу с момента начала расходования метана. Если насос 2 будет включаться после завершения разложения гидрата метана, то его мощность должна быть примерно 135...180 кВт на 1 кг/с. В обоих случаях расход электроэнергии будет одинаковым.

Потребляемая мощность электрического тока на расход метана $1 \text{ м}^3/\text{с}$ возрастает прямо пропорционально давлению в реакторе 13. Мощность на валу турбодетандера 39, отнесенная к $1 \text{ м}^3/\text{с}$ газообразного метана, возрастает более интенсивно, так как с ростом давления газообразного метана пропорционально будут увеличиваться расход метана через

турбодетандер и перепад его давления.

Если отбирать сжатый газообразный метан из трубопровода 45, то потребитель 46 может получить метан с давлением 15...20 МПа для заправки резервуаров высокого давления. Но в этом случае установка не будет вырабатывать электроэнергию, и для привода ее агрегатов необходим дополнительный источник электроэнергии.

Во время работы реактора к нему должно постоянно подводиться тепло нагревателем 11 для поддержания в реакторе 13 заданного давления смеси (заданной температуры разложения гидрата метана).

Расчеты показывают, что удельная адиабатическая работа расширения газообразного метана, образовавшегося при разложении гидрата ПГ при температуре 290...292 К, от давления 15...20 до 0,1 МПа составляет порядка 450...470 кВт на 1 кг/с метана.

Вырабатываемой турбодетандером 39 электроэнергии будет достаточно для привода насосов, нагревателей, кранов, вентилятора, сепаратора и прочих агрегатов установки для получения из гидрата ПГ сжиженного метана.

После выдавливания из реактора 13 всей смеси сжатого метана, гидрата ПГ и воды закрываются краны выхода метана из реактора и все краны подачи метана потребителям 46 и 49. Открывается кран 8 и кран 24 суфлирования полости реактора с атмосферой, включается насос 6 для слива воды в емкость 5 из реактора 13. Цикл

работы установки завершен. Во втором и последующих циклах работа установки аналогична работе в первом цикле.

Температура смеси в реакторе 13 в процессе разложения гидрата должна поддерживаться с точностью до десятых долей градуса, так как при ее изменении на 1 °С давление метана в реакторе изменяется примерно на 4 МПа.

При непрерывной работе установки (рис. 2), как отмечено выше, используются два и более реактора. Во время работы первого реактора

ведется подготовка к работе последующего. Осуществляют продувку реактора 50 холодным воздухом с температурой ниже -30 °С, открывают и закрывают необходимые краны, включают привод 17 винтового насоса 20 узла загрузки гидрата и из резервуара 18 через вертикальный дополнительный отвод 51 и открытую задвижку 52 корпуса 21 загружают в реактор гидрат метана. Последующие операции работы второго устройства аналогичны операциям работы первого. Возможно перекрытие конца цикла работы первого

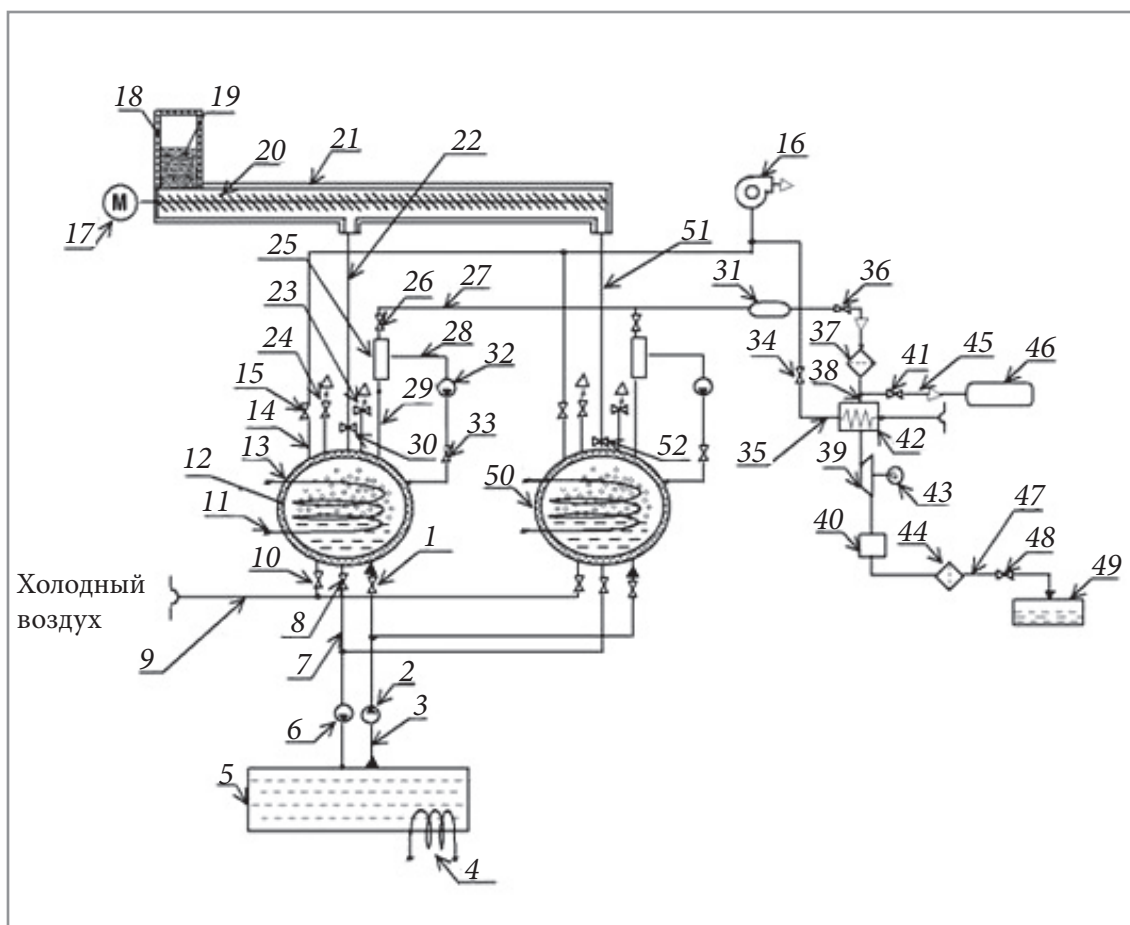


Рис. 2. Схема установки для непрерывного производства из газового гидрата ПГ охлажденного газообразного метана

устройства и начала цикла работы второго устройства по изменению давления в первом реакторе.

Так как давление насыщенных паров гидрата метана составляет 0,1 МПа уже при температуре -29°C , для его диссоциации может использоваться низкопотенциальное тепло окружающей среды (в том числе воды Северного Ледовитого океана) или тепловые отходы различных производств.

При температуре 20°C давление насыщенных паров гидрата метана составляет 30 МПа, а при темпе-

ратуре 25°C – 50 МПа. Температура водяного пара в конденсаторе конденсационной электростанции (КЭС) составляет $32,5^{\circ}\text{C}$. Таким образом, используя, например, бросовую теплоту от пара КЭС, можно получить из гидрата ПГ в установке высококачественный метан.

Разработанные способы получения и непрерывного производства газа разовой партии из гидрата ПГ представляют собой новый путь освоения энергетических ресурсов Севера.

Литература

1. Макагон Ю.Ф. Газовые гидраты. Предупреждение их образования и использование. – М.: Недра, 1985. – 232 с.
2. Дубовкин Н.Ф., Яновский Л.С., Харин А.А., Шевченко И.В., Верхоломов В.К., Суриков Е.В. Топлива для воздушно-реактивных двигателей. – М.: изд-во «МАТИ» – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского, 2001. – 443 с.
3. Новая технология получения природного газа из гидрата метана – <http://www.researchclub.com.ua/jornal/297>.

Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

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.

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

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. **На рисунках цифры на осях графиков даются только прямым шрифтом, позиции на рисунках – только курсивным.**

Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. В формулах и на рисунках **все латинские буквы должны быть курсивными**, за исключением тригонометрических функций, чисел Рейнольдса, Нуссельта и некоторых других величин. **Греческие, русские буквы и цифры в формулах даются только прямым шрифтом.** Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте.

Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов.

Текст, таблицы и графические рисунки должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии (не менее 300 dpi, CMYK)

– в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. 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 ответственного 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 также 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).



Автобус НЕФАЗ (слева) на старте автопробега в Санкт-Петербурге, Россия



Великий Новгород, автобус ЛИАЗ на АГНКС. В городе на КПГ работают почти 200 автобусов ЛИАЗ



Компрессорный блок в муниципальном автобусном парке Хельсинки



Гётеборг, Швеция. Автобус Volvo на КПГ. Город намерен отказаться от дизельного топлива

Муниципальный автобус на метане

Е.Н. Пронин,

главный специалист ООО «Газпром экспорт»

Во время проведения пробега газовых автомобилей «Голубой коридор – 2013: Ганза» практически во всех крупных городах, по которым пролегал маршрут пробега, участники видели муниципальные автобусы, работающие на метане. В каких-то городах этих машин больше, в каких-то меньше. Однако все страны Балтийского моря следуют главной тенденции рынка альтернативных видов моторного топлива – перевод муниципального транспорта с дизельного топлива на природный газ и биометан.

Природный газ для транспорта, мировой рынок которого начал реально формироваться с начала 2000-х гг., стремительно развивается. Глобальный парк автомобилей вырос с 1 млн машин в 1999 г. до почти 18 млн автомобилей в 2013 г. За последние 10 лет (с 2004 по 2013 г.) основные показатели мирового газомоторного рынка изменились следующим образом: численность газовых автомобилей увеличилась в 7,5 раза, спрос на автомобильный метан вырос в 3,5 раза, газозаправочная инфраструктура расширилась почти в три раза.

На заре метановой революции на транспорте парк газовых автомобилей почти полностью состоял из легковых автомобилей. На смене тысячелетий начался процесс все более масштабного применения метана на тяжелой технике – прежде всего автобусах и грузовых автомобилях. Доля легковых и малых коммерческих автомобилей, включая микро- и миниавтобусы, в мировом парке за последние десять лет сократилась с 95,8 до 91,9 %. Доли автобусов и грузовиков увеличились до 4,4 и 2,1 % соответственно.

Наиболее наглядно рост внимания муниципальных властей к газификации автобусов можно продемонстрировать абсолютными цифрами. В 2004 г. в мире насчитывалось примерно 88,5 тыс. автобусов среднего, большого и особо большого классов. Сегодня их почти 800 тысяч. Практически девятикратный рост! Грузовой парк газовых машин за эти же десять лет увеличился в пять раз. Лидерами перевода автобусов на природный газ являются Китай и Украина. По данным журнала The GVR, в Китае на метане работают более 370 тыс., а на Украине – 230 тыс. автобусов. Однако необходимо сделать уточнение: если на Украине технику, включая

автобусы, в основном переоборудуют в процессе эксплуатации, то в Китае в последние годы ее выпускают на автомобильных заводах.

Другими передовиками газового соревнования в автобусном сегменте, хотя и несопоставимо в меньших масштабах, входящими в первую десятку, являются Южная Корея (32 тыс. автобусов), Индия (24 тыс.), Армения (17 тыс.), Таиланд (16 тыс.), США (14,6 тыс.), Колумбия (15 тыс.), Россия (13 тыс.), Бангладеш (10 тыс.). Доказательством технологической безопасности газовых автобусов является то, что в ряде стран, включая США, муниципалитеты используют природный газ на школьных автобусах. В России, по имеющейся информации, лидерами в использовании природного газа на общественном транспорте сегодня можно назвать Великий Новгород, Казань, Ставрополь, Екатеринбург, Краснодар, Москву.

По сравнению с дизельными и бензиновыми модификациями муниципальные газовые автобусы выбрасывают на четверть меньше диоксида углерода и на треть меньше оксидов азота. Они вообще не выбрасывают сажи. Кроме того, двигатели газовых автобусов работают тише и имеют более продолжительный ресурс. И что немаловажно, метан стоит в 2,5–3 раза дешевле традиционных видов моторного топлива. Большинство известных автопроизводителей выпускает автобусы в газовом исполнении (на КПП и СПГ). В России такую технику уже предлагают заводы ЛиАЗ, НЕФАЗ и ПАЗ. Компания «Волгабас» готовится в 2014 г. вывести на рынок свой вариант метанового автобуса средней пассажироплощадности. Российский завод АМО Плант, расположенный в Елгаве, также планирует в 2015 г. начать выпуск газовых городских автобусов.

По итогам обмена информацией с литовскими коллегами во время автопробега «Голубой коридор – 2013: Ганза» установлено, что в Вильнюсе уже работают 18 газовых автобусов MAN Lions City на КПП. Общий парк автомобилей на метане в стране насчитывает примерно 200 ед. В январе 2014 г. на улицы литовской столицы вышли еще 19 низкопольных газовых автобусов на КПП модели Solaris Urbino 12 с двигателем Cummins ISLG8.9E6 320 мощностью 239 кВт, соответствующим нормам выбросов Евро-5. КПП хранится в шести композитных баллонах по 214 л каждый, размещенных на крыше автобуса. Запас газа обеспечивает пробег на одной заправке протяженностью 450 км.



Йенчепинг, Швеция. Автономный автомобильный газозаправочный комплекс СПГ/КПП



Копенгаген, Дания. Газовый Mercedes. В стране начинается метанизация транспорта



Рампа медленной заправки КПП в автобусном парке Фредерисии, Дания



Ольштын, Польша. Началась эксплуатация автобусов на СПГ



Таллин, Эстония. В стране разворачивается программа газификации транспорта



Низкопольный автобус Solaris Urbino на улицах Вильнюса



Типовая АГНКС для КПП и КБМ в Финляндии

Сеть АГНКС в этой европейской стране состоит из четырех станций. Три из них принадлежат компании AB Lietuvos Dujos. В настоящее время суммарный спрос на метан оценивается примерно в 2,4 млн м³. В Литве используют природный газ для заправки муниципальных автобусов, легковых и грузовых автомобилей. Природный газ стоит примерно на 20 % дешевле дизельного топлива и на 40 % – бензина. В ближайшей перспективе рынок КПП Литвы можно оценить минимум в 10 млн м³.

Автомобильный биометан – опыт Финляндии

В Финляндии, как и во многих странах Европы, продолжается активная борьба за снижение содержания вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей. Проверенным инструментом, которым все чаще пользуются финны, является переход на использование компримированного природного газа. Сжиженный метан в этой стране пока используют только для бункеровки морских судов, а пропан в Финляндии для автотранспорта не применяется. Финские автовладельцы используют не только традиционный природный газ, но и биометан. Всего парк автомобилей на метане насчитывает около 1400 машин различных категорий.

КПП и компримированный 100%-й биометан (КБМ – SVG100) реализуют 22 АГНКС. Конструктивно заправочные станции для КПП и КБМ ничем не отличаются. Разница только в цене (КПП – maakaasu – на десяток центов дешевле биометана – bioakaasu) и происхождении метана. В настоящее время средняя цена биометана на заправках варьируется в пределах 1,20–1,50 евро/кг.

Председатель Финской биогазовой ассоциации Ари Лампинен (Ari Lampinen) рассказывает, что в стране построены 22 газовые заправочные станции, которые принадлежат пяти компаниям: Gasum Oy – 18 станций; Metener, Haminan Energia, Envor Biotech и Metaenergia – по одной станции. Биометан – единственное моторное топливо биологического происхождения, которым можно заправиться в Финляндии.

В Финляндии получение биометана из биогаза организовано на пяти заводах. Для этого на четырех из них применяют гидравлические технологии очистки, а на одном – мембранные. Три завода поставляют биометан непосредственно на заправочные станции, два подают газ в распределительную сеть, откуда так называемый «зеленый» газ поступает на АГНКС.

В Европе существует группа экспертов, полагающая, что любое моторное топливо должно быть получено исключительно из возобновляемых источников. Они не принимают 10%- или 50%-е добавки биометана к природному газу. Не соответствует их идеологии смешанная электроэнергия, например, от ветряных и угольных станций. Не вписываются в картину независимого от нефти мира добавки этанола в дизельное топливо. Синтетическое биодизельное топливо они также не рассматривают, поскольку его основу составляет традиционная солярка, к которой добавляют некоторое количество биопродукта.

Возможно, в чем-то апологеты топлива на основе возобновляемых энергоносителей правы. Однако в целом этот экстремальный пуризм становится определенным тормозом прогресса. С учетом того, что моторное топливо на основе возобновляемых и ископаемых энергоносителей (например, КПГ с добавкой 10 или 50 % биометана) по экологическим показателям безопаснее традиционного бензина и дизельного топлива, разумно ли отказываться от использования такой смеси? Нужно ли дожидаться появления топлива из полностью возобновляемых источников или можно идти по пути применения комбинированного топлива, постепенно сокращая долю ископаемых?

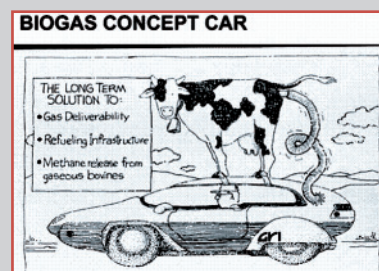
Финские АГНКС, как правило, имеют две маркировки. Силуэт белого лебедя в зеленом круге означает, что данный товар является экологически чистым. Ключ с финским флагом показывает национальное происхождение товара.



При всей своей прагматичности финские газовики обладают чувством юмора и самоиронией: они наглядно объясняют, из чего можно делать автомобильное топливо. Кстати, ряд финских АГНКС получает биометан, произведенный как раз из канализационных вод. А их канадские коллеги из Gas Research Institute рассматривают комплексное решение целого ряда проблем: транспортировки биометана до места заправки, развития заправочной инфраструктуры и утилизации метана от крупного рогатого скота...

Польша: пионерные СПГ-решения

Польша стала пионером в одном из направлений развития рынка природного газа на транспорте. В этой стране впервые в Европе начинается массовое использование автобусов



Вот как финские газовики наглядно и с юмором объясняют, из чего можно делать автомобильное топливо



Директор по маркетингу и экспорту компании Solbus Михал Слижак рассказывает о процессе заправки автобуса сжиженным метаном

на сжиженном природном газе (СПГ). Польский производитель автобусов компания Solbus в начале ноября 2013 г. выиграла тендер на поставку экологически чистых автобусов в Варшавское муниципальное автотранспортное предприятие MZA (Miejskie Zakłady Autobusowe). Solbus должен поставить автопредприятию 35 городских 12-метровых автобусов Solcity, работающих на СПГ. Это уже вторая победа компании Solbus в СПГ-сегменте польского газомоторного рынка – с октября 2013 г. в городе Ольштын (200 км на север от Варшавы) ужеведется эксплуатация 11 автобусов на жидком метане.

Общая схема проекта такова: компания Solbus через своего авторизованного дилера Lider Trading поставляет автобусы в варшавский автопарк MZA; ООО «Газпром экспорт» поставляет СПГ, а его дочернее предприятие Gazprom Germania создаст и будет эксплуатировать стационарную газозаправочную инфраструктуру. Пока в Ольштыне заправка автобусов метаном осуществляется с помощью криогенного автомобильного газозаправщика. Демонстрация криотехнологий для общественного транспорта была успешно проведена в Польше в 2012 г. По времени она совпала с организованным Газпромом и немецким концерном E.On автопробегом «Голубой коридор – 2012».

Рынок КПГ/СПГ в Польше находится на начальном этапе развития, хотя этот процесс продолжается уже много лет. Парк метановых (КПГ) автомобилей насчитывает всего чуть более 2 тыс. ед., что составляет 0,01 % общего парка. Заправку автомобилей метаном осуществляют более 30 АГНКС различной мощности. Спрос на природный газ для автотранспорта находится на уровне 10...15 млн м³/год – менее 0,1 % от общего потребления. 70 % этого газа используют городские автобусы. Потенциал потребления КПГ и СПГ польским автотранспортом может составлять 1,5...2,0 млрд м³/год. Для формирования комфортной сети в Польше, а ее территория всего на 12 % меньше территории Германии, необходимо построить около 800 заправок метаном.

Общий объем потребления природного газа в Польше сегодня составляет около 17,2 млрд м³/год. Основу топливного баланса в стране составляет уголь. На его долю в производстве электрической и тепловой энергии приходится без малого 90 %. На долю природного газа в тех же сферах энергетики – 3 и 6 % соответственно. Изменить ситуацию в газовом секторе польской экономики призван приемный терминал СПГ на западе польского участка балтийского берега в

Свиноустье. Терминал мощностью 2,5 млрд м³/год может быть введен в эксплуатацию до конца 2014 г. Кроме того, в Польше функционируют более 150 установок получения биогаза (в основном для удовлетворения местных нужд в тепле и электричестве). Однако общая обстановка в биогазовом сегменте польской энергетики не внушает оптимизма.



Строительство приемного терминала СПГ в Свиноустье (Польша, октябрь 2013 г.)

Росту спроса на природный газ в транспортном секторе, как в частном, так и в муниципальном сегментах, способствует существенная разница в цене на метан и традиционные виды моторного топлива: КПГ стоит на 40...50 % дешевле. Формируется национальная промышленная база по выпуску газовой топливной аппаратуры, компрессорного оборудования, сосудов высокого давления. К природному газу начинают проявлять интерес авторизованные дилеры таких марок как Mercedes, Volkswagen, Opel, Fiat.

Развитие национального рынка метана для автотранспорта во многом сдерживается тем, что Польша входит в клуб мировых лидеров в автомобильном сегменте потребления сжиженного углеводородного газа (СУГ). Парк автомобилей на пропане в Польше насчитывает почти 2,5 млн ед., потребление СУГ оценивается в 1,7 млн т/год, а заправку пропаном осуществляют около 6 тыс. АЗС. Расширение газомоторного рынка в Польше также сдерживают недостаточное развитие нормативно-правовой базы, отсутствие эффективных мер стимулирования со стороны государства, низкие цены на автомобильные пропан-бутановые смеси.

Участие компаний Группы «Газпром» в развитии поставок природного газа для автотранспорта и расширении газозаправочной инфраструктуры способствует воплощению стратегии Европы по поэтапному переходу к использованию более чистых, безопасных и менее дорогостоящих видов моторного топлива.

Shell и Caterpillar на газомоторном рынке

Канадское отделение компании Shell и компания Caterpillar подписали соглашение о совместном проведении испытаний газодизельных карьерных

Мировой газомоторный рынок

66

самосвалов на СПГ. Компания Shell по результатам опытной эксплуатации готова переоборудовать находящиеся в работе самосвалы Caterpillar и закупать новые карьерные самосвалы в газовом исполнении уже с завода. Главная идея компании Shell заключается не только в экономии средств и выполнении экологических нормативов собственным транспортом, но и в осуществлении масштабного выхода на рынок моторного и судового топлива с канадским природным газом, прежде всего с сжиженным метаном.

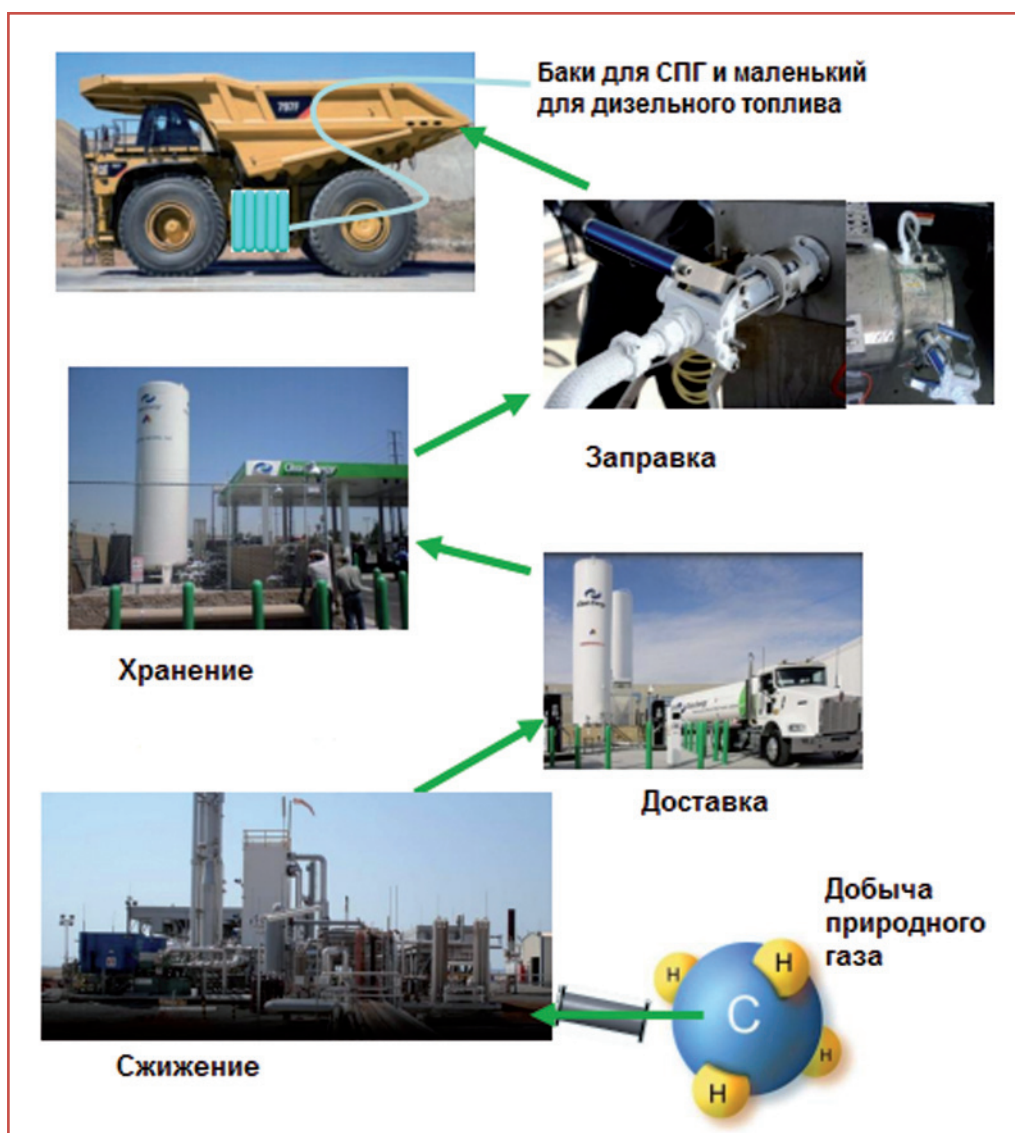
Компания Shell исходит из того, что поскольку технологии добычи сланцевого газа достигли уровня рентабельности, в ближайшие 25 лет подавляющее большинство новых электрогенерирующих мощностей будут использовать природный газ. Компания должна быть готова к этому. Shell активно реализует корпоративную стратегию в области использования природного газа в качестве моторного топлива. Об этом представители компании уже неоднократно сообщали в течение последних лет. Компания приобретает мощности по сжижению природного газа (Gasnor), создает собственный модульный технологический комплекс малотоннажного производства СПГ (MMLS), проводит эксплуатационные испытания техники, работающей на природном газе, участвует в реализации первого проекта по бункеровке речных судов в Германии (Greenstream). В 2014 г. компании Shell и Caterpillar проведут эксплуатационные испытания новых газодизельных карьерных самосвалов Caterpillar на нефтяных песках в районе Форты Мак-Мюррей (Канада).

Компания Caterpillar также имеет собственную стратегию создания транспортных средств на природном газе. У Caterpillar уже есть опыт переоборудования сверхтяжелой техники и в частности карьерных самосвалов для работы на сжатом или сжиженном природном газе. Сейчас компания готовится к освоению серийного производства грузовиков-тяжеловесов на СПГ. В конце октября 2013 г. о газомоторной стратегии компании говорил президент группы Caterpillar по энергетике и силовым системам Джим Амплиби. Caterpillar поставила в эксплуатацию уже тысячи своих силовых агрегатов различного назначения, в том числе газовые поршневые. Для наращивания уровня своей газомоторной составляющей Caterpillar в 2011 г. приобрела компанию MWM Holding GmbH, которая является одним из мировых лидеров газового двигателестроения (мощностью от 400 до 4300 кВт).

Caterpillar уже имеет ряд экспериментальных силовых агрегатов, использующих природный газ в качестве моторного топлива, – газовые турбины и искровые двигатели для нужд тепло- и электрогенерации, компримирования газа, привода стационарного оборудования. Один из агрегатов Caterpillar в свое время находился в опытной эксплуатации во ФГУП «Мосгортранс». Созданием нового карьерного самосвала с интегрированной газовой аппаратурой компания Caterpillar открывает новую страницу своего развития. Сейчас компания работает над серией мощных газодизельных самосвалов (замещение 95 %) Cat® 793, 795 и 797. В основе системы заложена технология непосредственного впрыска газа под давлением, разработку которой компания будет вести

совместно с Westport Innovations Inc. в соответствии с соглашением от 2012 г.

Много внимания компания Caterpillar уделяет железнодорожной тематике. Опытные образцы комплектов для локомотивов уже существуют и проходят эксплуатационные испытания. Компания также не прошла мимо темы газификации судовых двигателей. Летом 2013 г. заказчику поставлен первый корабельный газодизель Cat® M 46 DF, обеспечивающий соответствие выбросов современным нормам токсичности.



Концепция заправки самосвалов сжиженным природным газом

Маржинальность КПГ в США

На долю природного газа приходится около 22 % мировой энергетической корзины. Эксперты Международного энергетического агентства считают, что к 2035 г. спрос на него вырастет на 43 %. Продолжает расширяться

Мировой газомоторный рынок

68

использование метана в качестве моторного топлива в США и Канаде. Этот рынок остается сложным, развиваясь до настоящего времени не слишком динамично.

С 2004 г. парк газовых автомобилей в Северной Америке удвоился и насчитывает 250 тыс. в США и около 20 тыс. в Канаде. Парк АГНКС – 1438 ед. в США и 83 – в Канаде. Суммарный спрос на природный газ в США и Канаде приближается к миллиарду кубометров.

Высказываются мнения, что общие изменения в газовом секторе североамериканской энергетики, связанные со сланцевым газом, могут подтолкнуть местных автовладельцев к более активному применению КПГ и СПГ, потому что цены на метан в стране падают. Стоимость природного газа в США традиционно определялась ценами на нефть. В последние годы прямой связи между ценами на газ и нефть больше нет. Цены на газ, скорее, следуют теперь за ценами на уголь.



Динамика цен на природный газ для коммерческих потребителей США

Компания Clean Energy – крупнейший в США владелец и оператор АГНКС и криоАЗС – обеспечивает деятельность более чем 400 станций и заправляет ежедневно компримированным или сжиженным метаном более 30 тыс. автомобилей различного назначения и любых форм собственности. Компания имеет два комплекса по сжижению природного газа и 60 автомобильных метановозов, выполняющих 5 тыс. рейсов с СПГ в год. Clean Energy также занимается производством природного газа из возобновляемых источников на двух технологических комплексах.

Розничные цены на КПГ в США и Канаде в конце 2013 г. варьируются от 0,50 до 0,75 долл. США за 1 м³. При этом, по данным Clean Energy, в IV квартале 2013 г. маржинальность КПГ составила примерно 0,08 долл. на

1 м³ природного газа. Это в два раза выше, чем на 1 л бензина – 0,039 долл. у компании Murphy или 0,042 долл. у компании CST Brands. Такая маржинальность становится привлекательной для инвесторов. Особенно на фоне растущего спроса природный газ в транспортном секторе. Так, практически половина новых мусоровозов, купленных муниципалитетами США в 2013 г., еще на заводе оснащена газовым оборудованием. В США начинается гонка строительства новых комплексов для заправки транспорта сжиженным природным газом. Типовой комплекс заправки СПГ стоит примерно 1 млн долл. Это – меньше, чем стоимость АГНКС.

Белоруссия: МАЗ и газ вместе

Белорусские газовики в лице ООО «Газпром трансгаз Беларусь» и автопроизводители в лице ОАО МАЗ наращивают совместные усилия по развитию национального рынка природного газа в качестве моторного топлива. Белтрансгаз провел презентацию 12-метрового газового автобуса МАЗ-203965 (версия КПП), выпуск которого Минский автомобильный завод начинает в 2014 г. Экологические и экономические преимущества использования метана на транспорте не требуют доказательств. Автобус – низкопольный, оснащен двигателем Mercedes 906 LAG EEV мощностью 205 кВт и автоматической коробкой передач Allison T310 R. Пробег на одной заправке газом составляет около 600 км. Минский автозавод может выпускать до 50 таких машин в месяц.

Текущая разница цен на моторное топливо очень благоприятна для владельцев метановых автомобилей. В середине декабря 2013 г. розничная цена КПП в Республике Беларусь составляла 11,84 руб. РФ, что на 40 % ниже цены СУГ, на 60 % – бензина марки Аи-92 и на 64 % – дизельного топлива.

И все же, несмотря на такую разницу в цене, рынок КПП Белоруссии переживает не самые лучшие времена. В октябре 2003 г. Совет Министров Республики Беларусь одобрил Национальную программу по использованию газа в качестве моторного топлива для автотранспортных средств на 2003–2005 гг. и на период до 2010 г. До каждой области и каждого министерства были доведены нормативы переоборудования техники на природный газ. Однако реализована эта программа не была. Результат же получился обратный. Так, с 2002 по 2013 г. парк газовых автомобилей в Белоруссии сократился на треть –



Автобус МАЗ 203965 на московской выставке Comtrans 2013

Мировой газомоторный рынок

с 6,9 тыс. до 4,6 тыс. ед. Реализация КПП упала в 2,3 раза – с 28,0 млн до 12,3 млн м³. А вот где есть прогресс, так это в развитии газозаправочной инфраструктуры – с 2002 по 2013 г. она увеличилась на две АГНКС (теперь их 26), 17 бескомпрессорных заправочных пунктов и 11 ПАГЗ.

Мировой рынок природного газа в качестве моторного топлива по состоянию на ноябрь 2013 г.

Страна	Число ГБА	Число АГНКС	Спрос на КПП, тыс. м ³ /год	Удельные показатели		
				ГБА на 1 АГНКС	Реализация, тыс. м ³ на 1 АГНКС в год	Потребление, тыс. м ³ на 1 ГБА в год
Алжир	125	3	н/д	41,67	н/д	н/д
Аргентина	2 317 201	1 932	2 763 396	1 199,38	1 430,33	1,19
Армения	244 000	345	318 240	707,25	922,43	1,30
Афганистан	1 701	2	н/д	850,50	н/д	н/д
Бангладеш	220 000	585	1 098 600	376,07	1 877,95	4,99
Белоруссия	4 600	42	12 360	109,52	294,29	2,69
Бельгия	499	16	н/д	31,19	н/д	н/д
Болгария	61 623	106	180 000	581,35	1 698,11	2,92
Боливия	262 538	178	315 338	1 474,93	1 771,56	1,20
Босния и Герцеговина	21	2	н/д	10,50	н/д	н/д
Бразилия	1 761 050	1 805	1 859 508	975,65	1 030,20	1,06
Великобритания	559	22	36 000	25,41	1 636,36	64,40
Венгрия	4 062	18	2 640	225,67	146,67	0,65
Венесуэла	90 000	166	97 825	542,17	589,31	1,09
Вьетнам	462	7	н/д	66,00	н/д	н/д
Германия	96 349	915	276 000	105,30	301,64	2,86
Голландия	6 680	194	н/д	34,43	н/д	н/д
Греция	708	4	н/д	177,00	н/д	н/д
Грузия	80 600	100	н/д	806,00	н/д	н/д
Дания	15	2	н/д	7,50	н/д	н/д
Доминиканская Республика	10 909	15	н/д	727,27	н/д	н/д
Египет	193 555	166	452 400	1 165,99	2 725,30	2,34
Индия	1 500 000	724	1 958 520	2 071,82	2 705,14	1,31
Индонезия	10 000	11	н/д	909,09	н/д	н/д
Иран	3 500 000	2 074	5 760 000	1 687,56	2 777,24	1,65
Ирландия	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
Исландия	916	2	204	458,00	102,00	0,22
Испания	3 781	78	112 872	48,47	1 447,08	29,85
Италия	823 000	1 022	900 000	805,28	880,63	1,09
Казахстан	20	1	н/д	20,00	н/д	н/д
Канада	14 205	83	н/д	171,14	н/д	н/д
Катар	76	1	н/д	76,00	н/д	н/д
Киргизия	6 000	6	7 200	1 000,00	1 200,00	1,20
Китай	3 000 000	5 730	н/д	523,56	н/д	н/д

Колумбия	463 930	703	540 000	659,93	768,14	1,16
Латвия	18	1	36	18,00	36,00	2,00
Литва	200	4	2 400	50,00	600,00	12,00
Лихтенштейн	143	2	1 200	71,50	600,00	8,39
Люксембург	261	7	н/д	37,29	н/д	н/д
Македония	54	1	240	54,00	240,00	4,44
Малайзия	55 900	184	177 600	303,80	965,22	3,18
Мексика	2 600	8	16 500	325,00	2 062,50	6,35
Мозамбик	661	2	2 880	330,50	1 440,00	4,36
Молдавия	2 200	24	4 800	91,67	200,00	2,18
Мьянма	120 000	300	н/д	400,00	н/д	н/д
Нигерия	2 210	6	н/д	368,33	н/д	н/д
Новая Зеландия	201	14	н/д	14,36	н/д	н/д
Норвегия	908	26	196 800	34,92	7 569,23	216,74
ОАЭ	2 801	19	н/д	147,42	н/д	н/д
Пакистан	2 790 000	2 997	2 949 000	930,93	983,98	1,06
Перу	167 346	223	222 750	750,43	998,88	1,33
Польша	3 392	47	9 120	72,17	194,04	2,69
Португалия	586	5	13 920	117,20	2 784,00	23,75
Россия	90 000	252	405 000	357,14	1 607,14	4,50
Сербия	838	9	372	93,11	41,33	0,44
Сингапур	4 638	3	12 360	1 546,00	4 120,00	2,66
Словакия	1 284	14	12 000	91,71	857,14	9,35
Словения	48	6	98	8,00	16,40	2,05
США	250 000	1 438	930 240	173,85	646,90	3,72
Таджикистан	10 600	53	49 560	200,00	935,09	4,68
Тайвань	4	1	н/д	4,00	н/д	н/д
Таиланд	422 812	488	3 422 040	866,42	7 012,38	8,09
Танзания	52	1	н/д	52,00	н/д	н/д
Тринидад и Тобаго	3 500	6	21 600	583,33	3 600,00	6,17
Тунис	34	1	н/д	34,00	н/д	н/д
Туркменистан		1	н/д	н/д	н/д	н/д
Турция	3 850	14	50 400	275,00	3 600,00	13,09
Узбекистан	450 000	213	н/д	2 112,68	н/д	н/д
Украина	388 000	324	624 000	1 197,53	1 925,93	1,61
Филиппины	20	1	н/д	20,00	н/д	н/д
Финляндия	1 302	19	5 040	68,53	265,26	3,87
Франция	13 538	344	72 000	39,35	209,30	5,32
Хорватия	155	2	960	77,50	480,00	6,19
Черногория		1	н/д	н/д	н/д	н/д
Чехия	5 500	74	15 240	74,32	205,95	2,77
Чили	8 164	15	38 400	544,27	2 560,00	4,70
Швейцария	11 058	167	19 320	66,22	115,69	1,75
Швеция	44 322	203	140 400	218,33	691,63	3,17
Эстония	194	4	240	48,50	60,00	1,24
Южная Африка	158	2	н/д	79,00	н/д	н/д
Южная Корея	39 011	191	1 116 000	204,25	5 842,93	28,61
Япония	42 590	314	н/д	135,64	н/д	н/д
Всего	19 631 166	25 348	27 385 619	774,47	1 080,39	1,40

По пути наибольшего сопротивления



72

Международная конференция «СПГ 2013», организованная компанией «КРЕОН ЭНЕРДЖИ», состоялась 17 декабря в Москве. Партнером мероприятия выступила компания «Криомаш-БЗКМ», поддержку оказали Аналитический центр при Правительстве РФ, Российская ассоциация морских иречных бункеровщиков и компания «Larsen&Toubro».

За предыдущие два года Россия потеряла статус безусловного лидера по производству газа, уступив свои позиции США, что стало одним из главных изменений на международной газовой арене, сообщил директор департамента углеводородного сырья «КРЕОН ЭНЕРДЖИ» Анастас Гатунок. По итогам 2013 г. РФ также останется на втором месте.

Мировая добыча газа в 2012 г. достигла 3,36 трлн м³, в числе основных производителей – США, Россия, Иран, Катар, Канада и Норвегия. Согласно прогнозам, спрос на голубое топливо будет расти на 2,5 % в год в ближайшие 10 лет, что поставит газ на второе место после нефти в мировом энергетическом балансе к 2030 г. При этом сектор СПГ станет основным драйвером глобализации газовой отрасли. За 20 лет торговля сжиженным газом из региональной превратилась в международную, и в настоящее время бизнес, связанный с СПГ, остается наиболее динамичным в газовом сегменте. По данным за 2012 г. было продано 237,7 млн т СПГ.

Объем трубопроводных поставок газа за последние 10 лет увеличился на 45 %, а СПГ-торговля – на 110 %. Анализ динамики затрат на транспортировку сжиженного газа позволяет сделать вывод, что СПГ начинает конкурировать с трубопроводным газом уже на расстояниях свыше 2,5 тыс. км. Это позволяет расширить географию поставок СПГ, а также делает данный продукт конкурентоспособной альтернативой трубопроводным поставкам газа внутри Европы.

В настоящее время более трети мировых мощностей по сжижению приходится на две страны: Катар и Индонезию. В ближайшие пять лет источником роста производства СПГ станет Австралия. В 2015-2017 гг. на материке планируется запуск 12 проектов (суммарная мощность 84,5 млн т/год), четыре из них – по сжижению газа угольных пластов.

Ведущими мировыми импортерами СПГ являются Япония и Корея, а Китай и Индия демонстрируют невероятно быстрый рост объемов потребления СПГ. В целом из-за высокого внутреннего спроса на газ Азия наиболее зависима от импорта. В связи с этим азиатские страны и компании предпринимают активные усилия по снижению цен на импортируемый СПГ, что в итоге может привести к падению цен на глобальном рынке. В настоящее время вопрос о приоритетном механизме формирования цен на СПГ остается открытым и пока не ясно, будет ли это биржевая цена на природный газ или привязка к нефти и нефтепродуктам.

Анализ реализуемых в мире СПГ-проектов показывает, что в недалеком будущем для Европы и Азии СПГ из Северной Америки и Австралии станет основной альтернативой традиционным поставкам газа из России, Норвегии и Катара. В континентальной Европе долгосрочные контракты на поставку трубопроводного газа, например, с Россией, становятся менее выгодными за счет его высокой цены и доступности СПГ. Уже сейчас уступки, на которые готовы идти поставщики природного газа, говорят о все большем сдвиге конъюнктуры рынка в сторону СПГ.

Россия опаздывает с выходом на международный рынок сжиженного газа. Сегодня единственный действующий крупный СПГ-завод в России – это «Сахалин-2» с двумя линиями мощностью по 4,8 млн т/год, ввод третьей линии на стадии обсуждения. Анонсированы и находятся на разной стадии реализации несколько крупномасштабных проектов, в том числе «Владивосток СПГ», «Балтийский СПГ», «Ямал СПГ», «Печора СПГ», проект Роснефти на Сахалине.

Существует несколько мировых тенденций, которые ставят под вопрос конкурентоспособность российского СПГ. В их числе резкий рост добычи сланцевого газа, возможный прорыв области добычи газа из газогидратов, развитие логистических схем и уменьшение транспортных издержек. Значительное снижение мировых цен на СПГ может привести к тому, что многомиллионные инвестиции в производство СПГ станут невыгодны как для российских компаний, так и для их международных партнеров.

Заместитель начальника управления отраслевых программ ОАО «Газпром газэнергосеть» Николай Геско отметил, что цена на газомоторное топливо должна складываться из соотношения спроса и предложения. При рыночной цене и без перераспределения социальной нагрузки сделать малотоннажные установки для проектов автономной газификации экономически рентабельными, а газ доступным для населения нереально, считает эксперт. Так, с целью реализации пилотных проектов автономной газификации потребителей Постановлением Правительства от 27 января 2012 г. № 37 утвержден принцип формирования цены на газ, когда затраты на сжижение и транспортировку СПГ относятся на оптовую стоимость газа, а расходы на хранение и регазификацию закладываются в тарифы газораспределительных сетей.

Реализация пилотных проектов автономной газификации поможет подготовить для ФСТ пакет предложений по совершенствованию нормативно-правовых актов в сфере регулирования цен и тарифов на газ, считает главный технолог отдела координации развития рынка газовых видов моторного топлива ОАО «Газпром» Ольга Лоцманова. При участии дочерних обществ Газпрома уже запущен проект в пос. Староуткинский Свердловской области, где с января 2013 г. потребителям поставляется газ с применением технологий сжижения. Кроме того, в рамках программы газификации регионов «Газпром межрегионгаз» реализует ряд пилотных проектов автономной газификации в Пермском, Хабаровском краях и Томской области. Ввод в эксплуатацию объекта производства СПГ в Пермском крае ожидается в 2014 г.

Далее О. Лоцманова рассказала об использовании СПГ в качестве бункеровочного топлива. По ее

словом, развитие применения природного газа на транспорте – одно из стратегических направлений деятельности компании «Газпром». В этом секторе можно отдельно выделить сегмент потребления газа для бункеровки морских и речных судов. Приоритетным регионом для развития бизнеса определен Балтийский бассейн. Выполненные расчеты показывают, что по различным сценариям к 2020 г. спрос на СПГ в качестве бункеровочного топлива в российском секторе Балтийского моря составит 320...500 тыс. т/год и будет на 82 % сконцентрирован в Большом порту Санкт-Петербурга. Экспортный потенциал бассейна оценен от 1,2 до 2,4 млн т СПГ в 2020 г.

Ведущий специалист компании «Мосстройтехнология» Ольга Гопкало продолжила тему экспортной логистики СПГ. Она также отметила, что благодаря своей мобильности СПГ получает преимущества перед трубопроводным газом. Однако чтобы ими воспользоваться, необходимо строительство новых специализированных терминалов, помимо запущенного Газпромом порта Пригородное по проекту «Сахалин-2».

Согласно проекту «Балтийский СПГ» (Ленинградская обл.), который в первом полугодии 2014 г. будет находиться еще на стадии обоснования инвестиций, мощности по отгрузке СПГ должны составить 10 млн т к 2018 г. Планируемая мощность отгрузки СПГ в бухте Перевозная («Владивосток-СПГ») должна составить 5 млн т в 2018 г. и еще 5 млн т в 2020 г. По «Ямал-СПГ» (порт Сабетта) создание основных морских объектов намечено на 2016 г.

Ситуацию с портом Сабетта прокомментировал Сергей Миславский, генеральный директор Консалтингово-инновационной компании «Сервис ВМФ». По его мнению, размещение портов заданном районе проблематично по многим причинам. Существующие требования по глубине для безопасного плавания крупнотоннажных судов не только на подходе к порту, но и в прилегающей 40-мильной зоне потребуют больших объемов ежегодных дноуглубительных работ, значительно отягощающих операционные затраты порта. Сложные ледовые условия в период весеннего ледохода из Обской губы будут создавать предельные нагрузки на защитные гидротехнические сооружения и танкеры. Тяжелые условия навигации в период декабрь–июнь могут повлечь за собой ситуацию, когда одновременно 7-8 танкеров СПГ будут требовать ледокольного обеспечения. Кроме этого, стоимость танкеров СПГ ледового класса Arc 7 может находиться за пределами 300 млн долл. США.

Возможным решением для оптимизации проектов СПГ в Арктической зоне может стать создание единого Арктического центра СПГ России на базе порта в незамерзающей Юго-Восточной части Баренцева моря. Например, в районе Индигской губы, где все участники могли бы на базе единого портового комплекса строить свои технологические линии по сжижению природного газа как с расположенных рядом шельфовых месторождений, так и с континентальных. С полуострова Ямал и шельфа Карского моря возможна трубопроводная поставка газа. «Понадобится около 2 тыс. км трубы, но в любом случае это дешевле, чем обеспечить круглогодичную навигацию в Карском море. Мировая практика – не строить каждый раз порт для экспорта СПГ, а стремиться в зоне одного порта максимально группировать технологические линии по сжижению, независимо от собственника этих линий», – подчеркнул С.Миславский.

В продолжение своего выступления эксперт представил анализ мирового флота танкеров СПГ в условиях современного рынка природного газа. По состоянию на конец 2013 г. их число превышает 400 ед. Современный флот характеризуется ростом грузовых стандартов, основная часть вновь построенных танкеров и находящихся в портфеле судостроительных заказов имеет грузоподъемность 155...170 тыс. м³ СПГ.

О развитии добычи сланцевого газа и его влиянии на рынок СПГ рассказал член Экспертного совета «КРЕОН ЭНЕРДЖИ» Михаил Левинбук. В начале 2000 г. США считались наиболее стабильными потенциальными импортерами газа и нефти в обозримой перспективе. Однако уже в 2011 г. американцы добыли 651,3 млрд м³ природного газа, опередив Россию на 44,3 млрд м³. Увеличение объемов и разработка новых способов добычи нетрадиционного газа привели к тому, что терминалы для приема и хранения СПГ переоборудуются под интересы экспорта, который может составить 100 млрд м³/год. Так, в 2012 г. одобрен план по перестройке терминала Sabine в завод по сжижению газа экспортной мощностью 16 млн т/год. Ведутся также переговоры о прокладке трубопровода от газовых месторождений Аляски до побережья для дальнейшего танкерного экспорта СПГ на азиатские рынки. Общий объем экспорта природного газа может достигнуть 150 млрд м³/год к 2020 г. Уже сегодня цена газа на американском рынке в 4-6 раз меньше, чем в Азии. Поэтому с началом экспорта из США возможно значительное падение мировых газовых цен.

В заключительной сессии конференции участники перешли от глобальных рыночных вопросов к технологической стороне производства и использования СПГ. Заместитель генерального директора «Криомаш-БЗКМ» Алексей Семенов рассказал о разработках компании в области сжижения и регазификации природного газа и применения СПГ на транспорте. Предприятие предлагает полный спектр услуг в области получения и использования сжиженного природного газа.

А.Семенов также сообщил, что с 2008 г. компания участвует в программе по переводу железнодорожного транспорта на сжиженный природный газ. Для пилотного газотурбовоза изготовлена система подачи природного газа в газовые турбины. Также «Криомаш-БЗКМ» принимала участие в разработке второго газотурбовоза, который признан одним из лучших образцов техники в данном направлении.

Глава московского представительства Linde Engineering Dresden Йирджи Кедлес презентовал криогенные технологии Linde по сжижению природного газа. На базе запатентованных и апробированных методов по сжижению компания создает мало-, средне- и крупнотоннажные производства, плавучие заводы СПГ, а также блоки для удаления азота и извлечения гелия. В фирму поступают запросы от российских заказчиков, и в настоящее время Linde Engineering уже работает над одним проектом для компании из РФ.

Заместитель директора «Агентства исследований промышленных рисков» Глеб Чуркин представил анализ рисков и возможности обеспечения промышленной и пожарной безопасности заводов СПГ в сложных условиях Российской Арктики и Дальнего Востока.

Движение по кругу

74

18 декабря в Москве прошла международная конференция «КПГ 2013», во второй раз организованная компанией «КРЕОН ЭНЕРДЖИ». Конференция прошла при поддержке компаний Э.ОН, GE Oil&Gas, Аналитического центра при Правительстве РФ, общероссийской общественной организации «Деловая Россия» и НП «Объединение автопроизводителей России».

О мировом опыте развития рынка газомоторных топлив рассказал главный специалист компании «Газпром экспорт», руководитель рабочего комитета «Использование газа» Международного газового союза Евгений Пронин. Говоря о состоянии рынков ГМТ в зарубежных странах, докладчик сообщил, что в Латинской Америке импульс к развитию имеет чисто экономические основания, в США и Канаде используется определенный административный ресурс, а в Германии инициатива исходит исключительно от газового сообщества. Сейчас в мире насчитывается почти 20 млн автомобилей на газомоторном топливе (ГМТ) и более 25 тыс. АГНКС. Лидером по использованию КПГ на автотранспорте является Азия – 61 % общемирового количества (большая часть Китая), затем идет Южная Америка (28 %) и Европа (8 %). В России парк газовых машин составляет около 80 тыс., заправочная сеть насчитывается 260 АГНКС, объем реализации природного газа в 2013 г. оценивается на уровне 400 млн м³.

Мировой парк автотранспорта на газобаллонном оборудовании на сегодня выглядит следующим образом: легковые автомобили – более 17 млн ед., грузовые – 400 тыс., автобусы – более 1 млн, прочая техника – еще 300 тыс. ед. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста числа автобусов, работающих на газе. Структура парка за последнее десятилетие существенно не изменилась – около 90 % составляют легковые автомобили.

Преимущество КПГ перед дизельным топливом заключается, прежде всего, в стоимости. По словам докладчика, при переходе на природный газ затраты на топливо могут сократиться на 40...60 %. При этом экологический класс автомобиля будет соответствовать Евро-6. Большинство газовых автомобилей сейчас являются переоборудованными, но постепенно растет и доля заводских машин на ГМТ.

Говоря непосредственно о деятельности компании «Газпром экспорт» в сфере КПГ, Е.Пронин отметил, что экспорт сейчас осуществляется в три страны – Польша, Германия и Чехия, там компанией построено 30 АГНКС и используется один криоПАГЗ. На вопрос о планах по расширению присутствия компании на зарубежных рынках Е.Пронин ответил, что различные идеи и концепции находятся на обсуждении. Не исключается возможность создания газозаправочной системы вдоль береговой части «Южного потока» в зарубежных странах. Общий потенциал спроса на метан для транспорта в Европе к 2030 г. может достичь 40...45 млрд м³.

Сегодня Германия в числе прочих стремится к активному использованию КПГ вместо традиционных видов топлива. Об этом рассказал Андрэ Шуманн, руководитель департамента Э.ОН Глобал Коммодитиз. В стране насчитывается свыше 96 тыс. автомобилей на ГМТ. Однако лидерами европейского рынка на данный момент являются Италия (785 тыс. машин) и Украина (380 тыс.). При этом в Германии создана крупнейшая в Европе сеть АГНКС – 900 ед., ее расширение в течение последнего десятилетия шло с опережением числа регистрации новых автомобилей. Сегодня уже создана базовая инфраструктура для реализации возможности заправки газобаллонных автомобилей на общественных заправочных станциях нефтяных компаний. Однако в настоящее время отрасль КПГ в Германии практически не получает господдержки, развитие происходит за счет инициатив газовых компаний и активных действий консорциума «Эрдгаз Мобиль», который был создан в 2002 г. и выступает в качестве генерального подрядчика по строительству АГНКС в стране. В планах – строительство 1 тыс. таких станций на мультитопливных заправочных комплексах. Удаленность заправок друг от друга в городских районах составит около 5 км, в смешанных районах – около 10...15 км, в сельской местности – 20...25 км. Инвестиции в проект оцениваются в размере 200 млн евро. Доля частных АГНКС в стране сейчас не превышает 5 %.

Сравнивая реакцию страховых компаний на перевод автомобилей с жидкого топлива на газ в Германии и России, А.Шуманн отметил, что сейчас большей популярностью пользуются заводские газовые автомобили, и наблюдается уменьшение переводов машин на КПГ. Но даже в случае переоборудования немецкие страховщики не устанавливают никаких специальных повышающих коэффициентов в отличие от российских коллег.

Рассуждая о возможности перехода российских автомобилистов на КПГ при условии, что стоимость последнего была бы в 10 раз ниже стоимости бензина, г-н Шуманн предположил, что большинство перешли бы на газ, однако преимущества газового топлива до сих пор остаются неочевидными для конечных потребителей, и исправить эту ситуацию может лишь грамотный маркетинг.

Михаил Колосов, заместитель директора департамента региональных продаж компании «Роснефть», поднял тему окупаемости инвестиций в инфраструктуру КПГ.

Перспективы рынка автомобилей с газовыми двигателями в России обозначил директор по развитию Russian Automotive Market Research Александр Козлов. На данный момент развитие сдерживается следующими факторами: отсутствие сети АГНКС; малое количество выпускаемой серийной техники; несовершенство законодательной базы. Улучшению ситуации послужило совещание 14 мая 2013 г., по итогам которого Президент России Владимир Путин подписал перечень поручений по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива.

Исследования показывают, что использование ГМТ может способствовать экономии 20 % автотранспортных расходов. Эти данные заставляют потребителей задуматься о целесообразности перехода на газ. Так, прогноз по КПГ в Европе до 2030 г. предусматривает ежегодный рост спроса. В России до 2020 г. на 20 % увеличится количество сельхозтехники на газе и на 30% – магистрального автотранспорта. Расчетный прогноз по автобусам на КПГ в 2014 г. предусматривает замену всего 0,1 % парка.

Ситуацию прокомментировал Ахмед Гурбанов, старший менеджер управления координации газоэнергетической деятельности и продаж продуктов нефтехимии и газопереработки «ЛУКОЙЛ». По его мнению, отсутствует четкое понимание конкретных проблем, тормозящих развитие в России рынка КПП. Также неясно, кто может взять на себя роль локомотива в стимулировании отрасли, кому наиболее выгодно развитие в нашей стране применение КПП на транспорте. А.Гурбанов полагает, что без ответа на эти вопросы невозможно говорить о каком-либо движении вперед. Он провел аналогию с рынком СУГ, ситуация на котором еще 15 лет назад в точности повторяла нынешнюю на КПП, и выразил надежду, что через 5-7 лет все кардинально изменится в сторону роста спроса на газомоторное топливо.

Руководитель отдела развития бизнеса «Фольксваген Груп Рус» Вассил Ставрев на примере своей компании рассказал об основной дилемме российского рынка КПП – начинать ли развитие отрасли с создания инфраструктуры либо стимулировать потребительский спрос. Развитие рынка направляется государством, однако до сих пор нет законодательства по КПП, отсутствуют налоговые льготы на газовые автомобили.

Стратегия «Фольксваген Груп Рус» предусматривает внедрение новых природосберегающих технологий, в том числе использование КПП вместо традиционных жидких топлив. Имеющиеся разработки позволяют установить газовый двигатель на любой автомобиль модельного ряда компании. Однако развернувшаяся дискуссия вновь подняла самый актуальный вопрос конференции – от кого же должна исходить инициатива развития рынка КПП? Объективно российская действительность пока не готова принять легковой автомобиль на газомоторном топливе – нет ни заправочных станций, ни сервисных центров, да и стоимость страховки на порядок отличается от бензинового аналога. По словам г-на Ставрева, Passat на КПП дороже обычного примерно на 20 %, эта разница в стоимости постепенно должна окупаться в двух случаях: при появлении в стране налоговых льгот для газовых машин или при значительном росте спроса. Ни того, ни другого в ближайшее время не прогнозируется. Соответственно «Фольксваген» не спешит предлагать российским покупателям машины на КПП, и о серийном производстве речь пока не идет.

Взгляд на проблему со стороны отечественного автопроизводителя представил заместитель генерального директора по продажам и сервису ОАО «КамАЗ» Евгений Пронин. История создания газомоторных машин КАМАЗ началась в 1991 г., но только в последние два года получила развитие. На сегодня создано более 50 моделей автомобилей и спецтехники для всех отраслей народного хозяйства. В 2013 г. продажи газобаллонных автомобилей увеличились в 2,4 раза по сравнению с данными за 2012 г.

Андрей Старцев, руководитель подразделения GE Oil&Gas Distributed Gas Solutions в России и СНГ, рассказал о решениях компании для развития инфраструктуры КПП и СПГ. Компания предлагает переход от сложных традиционных систем к модульным, быстро разворачиваемым, с минимальными капитальными и операционными затратами, а также финансирование масштабных инфраструктурных проектов. Модульные комплексы CNG in A Box™ для заправки КПП и LNG in A Box™ для заправки СПГ представляют собой интегрированные, настроенные, испытанные и готовые к монтажу на площадке решения в габаритах 20- или 40-футовых контейнеров. Для российского региона учтены специфика эксплуатации в холодных климатических условиях, российские нормы по безопасности эксплуатации, возможность подключения к газопроводным сетям всех уровней давления, а также разработан русскоязычный интерфейс системы управления.

Совместно подготовленный доклад по созданию в регионах РФ объектов обеспечения ГМТ представили Александр Гриценко, советник гендиректора «Газпром промгаз», и Валерий Плотников, эксперт «СТГ Инжиниринг» группы компаний «Стройтрансгаз». В основе доклада лежит концепция по развитию производства и использования ГМТ в России до 2030 г. Она предусматривает, что применение газа в виде топлива для транспорта может стать достаточно крупным источником дохода компаний и бюджета РФ. Концепция направлена на создание объектов по производству и распределению СУГ, КПП и СПГ с целью обеспечения данными видами топлива потребителей и автотранспорт: автомобилей, автобусов, междугородных трейлеров, карьерных самосвалов, магистральных тепловозов, речных судов, в том числе типа «река-море». Целевыми показателями предусматривается, что в период до 2030 г. число АГНКС вырастет на 1,2 тыс., появится 1,1 млн новых газобаллонных автомобилей, мощности АГНКС достигнут 25 млрд м³. В перспективе (к 2030 г.) в России на газ планируется перевести 50 % общественного транспорта и коммунальной техники, 30 % грузового, 10 % личного, 20 % сельскохозяйственной техники и 2 % железнодорожного транспорта. Производство КПП к 2030 г., по мнению авторов доклада, может вырасти в 11-12 раз.

Про современные тенденции рынка оборудования для АГНКС рассказал Евгений Дубенко, технический директор «ЛПГрупп». В России представлено оборудование девяти производителей, отечественных среди них нет. Компания «ЛПГрупп» предлагает комплексные решения по АГНКС «под ключ»: специалисты правильно подберут необходимый комплект оборудования и доведут проект до стадии запуска в эксплуатацию, а также будут помогать в дальнейшем в гарантийном и постгарантийном обслуживании.

Тему переоборудования автомобилей для работы на КПП осветил Антон Торгашев, генеральный директор компании «Газпарт». Компания предлагает автомобильные газовые системы высокого качества, которые производятся из импортных комплектующих путем обратной сборки.

Главным конструктор по двигателям «Завода имени И.А. Лихачева» Андрей Латышев рассказал, как на предприятии идет создание нового семейства газовых двигателей для среднетоннажных автомобилей и автобусов. В последние годы завод осуществлял экспортные поставки газовых автомобилей в Казахстан и Таджикистан, однако спрос на внутреннем рынке был практически нулевым, что вызвало сокращение производства. Около двух лет назад было принято решение о создании нового семейства газовых двигателей на базе двигателей ЗИЛ с искровым зажиганием. К настоящему времени они разработаны, проведены испытания, подтвердившие их соответствие нормам Евро-4 с потенциальной возможностью получения норм Евро-5 по эмиссии отработавших газов. Однако до настоящего времени нет решения о серийном производстве газовых двигателей.

Abstracts of articles

C. 9

Diminution of Diesel Escaped Gases Smoke by Adding an Alternative Fuels to Diesel Fuel

Nikolay Patrakhaltsev, Roman Kamishnikov, Eduard Savastenko, Dmitry Skripnik

The results of experimental investigations of opportunities to reduce the smoke of escape gases of diesel by adding alternative fuels to diesel fuel are presented. There is a possibility to force the power of diesel without exceeding the permissible level of smoke using this method.

Keywords: diesel, alternative fuel, smoke of escape gases, regulation of diesel.

C. 15

Piston hydrogen vehicle engines

Sergey Kozlov, Vladimir Fateev, Stanislav Lyugay

Descriptions of the gaseous and liquid hydrogen storage executed system on board (including with MH rechargeable batteries) , measures of engines on hydrogen adaption and preventing of backfires are adduced. Supply system of gaseous and liquid hydrogen into buses and light vehicles engines, the control system of hydrogen engines, and bench and road tests results of vehicles with hydrogen engines on exhaust emissions and economy are presented. BMW, Ford, Mazda(with Wankel engine) experimental work on hydrogen power conventional piston engines are characterized, as well as prospects of hydrogen usage in Stirling engines.

Keywords: hydrogen and petrol-hydrogen vehicles, hydrogen usage on commercial gasoline engines adaptation, hydrogen storage systems on a board, hybrid hydrogen batteries, Wankel hydrogen engine, Stirling engine.

C. 24

Mathematical Model of Refueling Vehicles at CNG Station

Andrey Evstifeev

This article describes a mathematical model of calculation the required quantity and performance on CNG dispensers made using queuing theory. The solutions in case of the condition that the nature of the flow of requests is Poisson and service time distribution is exponential are given. The equations for the two-n channel and service of various capacities are archived.

Keywords: compressed natural gas (CNG), CNG station, refueling vehicles.

C. 32

The Technique of Definition of Optimal Service Life of the Bus M2 Category

Nikita Pozhivilov

The technique, allowing to define optimum service life of the bus M2 category on which the enterprises of the motor transport should sign the contract of leasing, performing passengers transportation in the conditions of the megalopolis has been generated. The technique allows to calculate optimal service life of the bus M2 category acquired in leasing, with a glance to technical condition, the cost of spare parts, rolling stock outages in the areas of maintenance and repair on the motor companies.

Keywords: passenger traffic, service life, leasing, technique, bus.

C. 40

Technical and economic Calculation of the Natural Gas usage as a Motor Fuel for Agricultural Machinery

Gennadiy Savelyev, Maxim Kochetkov, Eugeny Ovchinnikov, Ivan Koklin

The economic benefit is considered from replacement with compressed natural gas of traditional oil fuel in agricultural production. The technical-economic calculation of natural gas usage expediency as motor fuel for self-propelled agricultural machinery is presented.

Keywords: the compressed natural gas, gas motor fuel, automobile gas-filling compressor station, mobile gas-filling station, the net discounted income, auto tractor equipment.

C. 53

Obtaining Gaseous and Liquid Methane from Natural Gas Hydrate – a New Path of the Energy Resources Development on the North

Evgeny Fedorov, Leonid Yanovsky, Nataliya Varlamova, Vladimir Raznoschikov, Ilyana Demskaya

The new ways of regasification of gas out of single party hydrate gas and continuous/non-stop production are considered. There are schemes of the equipment for gas production from gas hydrate.

Keywords: gas hydrate, natural gas, methane hydrate.

Авторы статей в журнале № 1 (37) 2014 г.

Варламова Наталья Ивановна, начальник сектора ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», (495) 362-00-64, e-mail: varlamova@ciam.ru

Демская Ильяна Анатольевна, инженер ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», аспирант, (495)-362-90-82, e-mail: demskaya@ciam.ru.

Евстифеев Андрей Александрович, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., 115583, Москва, а/я 130, тел.: (910) 460-78-86, +7 (498) 657-4205, e-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Камышников Роман Олегович, магистр техники и технологий, аспирант РУДН, e-mail: rkam88@gmail.com

Козлов Сергей Иванович, профессор, д.т.н., тел. 8 495 719 60 88; д.т. (499) 128-59-51, e-mail: si.kozlov2008@gmail.com

Коклин Иван Максимович, заведующий филиалом кафедр Невинномысского филиала РГУ нефти и газа им И.М. Губкина, д.т.н., доцент, 8 (88554) 6-52-95

Кочетков Максим Николаевич, научный сотрудник лаборатории ГНУ ВНИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ), к.т.н., e-mail: 5780805@mail.ru

Люгай Станислав Владимирович, к.т.н., директор Центра использования газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», р.т. (498) 657-4205, 8 916 107-98-09, e-mail: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Овчинников Евгений Валентинович, младший научный сотрудник лаборатории ГНУ ВНИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ), инженер, e-mail: evo-xpro-info@yandex.ru

Патрахальцев Николай Николаевич, профессор Университета дружбы народов, д.т.н., р. т. (495) 680-16-88, д. т. 680-16-88, м.т. 8-915-278-54-06, e-mail: nikpatrah@mail.ru

Поживилов Никита Васильевич, аспирант кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), e-mail: poj-nikita@mail.ru

Пронин Евгений Николаевич, главный специалист ООО «Газпром экспорт», руководитель РК5 Международного газового союза, тел.: (499) 503 62 52, e-mail: e.pronin@mail.ru

Разносчиков Владимир Валентинович, старший научный сотрудник ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», доцент, к.т.н., (495) 362-90-82, e-mail: raznoschikov@ciam.ru

Савастенко Эдуард Андреевич, магистр техники и технологий, аспирант РУДН, e-mail: e.d.u.a.r.d@inbox.ru

Савельев Геннадий Степанович, профессор, зав. лабораторией ГНУ ВНИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ), к.т.н., р. т. 8 (499) 174-87-63, м. т. 8 916 69-47-154, e-mail: vim@vim.ru

Скрипник Дмитрий Владимирович, магистрант РУДН
Фатеев Владимир Николаевич, заместитель директора Центра физико-химических технологий НИЦ «Курчатовский институт», профессор, д.х.н., тел. (499) 196-94-29, e-mail: fat@hepti.kiae.ru

Федоров Евгений Петрович, ведущий научный сотрудник ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», к.т.н., 8 (495) 362-00-22, e-mail: FEP@ciam.ru

Яновский Леонид Самойлович, начальник отдела ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», профессор, д.т.н., (495) 362-00-23, e-mail: yanovskiy@ciam.ru

Contributors to journal issue No 1 (37) 2014 г.

Demskaya Ilyana, Engineer, post-graduate, CIAM after P.I. Baranov, phone: + 7 (495)-362-90-82, e-mail: demskaya@ciam.ru

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

Fateev Vladimir, RRC «Kurchatov Institute» Professor, Deputy Director, tel. 499 196 94 29, e-mail: fat@hepti.kiae.ru

Fedorov Evgenii, leading researcher, Ph.D., CIAM named after P.I. Baranov, phone: + 7 (495) 362-00-22, email: FEP@ciam.ru

Kamyshnikov Roman, graduate student Russian University of Friendship, e-mail: rkam88@gmail.com

Kochetkov Maxim, Scientific collaborator All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture (VIM), Moscow, Russia, Ph.D., office phone + 7 (499) 1748763, e-mail: vim@vim.ru

Koklin Ivan, Deputy Director of the line production administration of gas transmittal pipelines Nevinomysk of LLC «Gazprom transgaz Stavropol», Governor of branches of Gubkin Russian state university of oil and Gas, associate professor, Ph.D., phone: + 7 (743) 32-310, koklin@admin.ktg.gazprom.ru

Kozlov Sergey, doctor of technical sciences, professor, tel. (499) 128-59-51, e-mail: si.kozlov2008@gmail.com

Lyugai Stanislav, PhD, Director of the Centre «Gas Use», JSC «Gazprom VNIIGAZ», tel.: +7 (498) 657-4205, email: S_Lyugai@vniigaz.gazprom.ru

Ovchinnikov Eugeny, Scientific collaborator All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture (VIM), Moscow, Russia, e-mail: evo-xpro-info@yandex.ru

Patrakhaltsev Nikolay, Dr.Sc., prof. of Department of Thermotechnics and Thermal Engines of RPFU, Russian Peoples' Friendship University (RPFU), Moscow, e-mail: nikpatrah@mail.ru

Pozhivilov Nikita, The Moscow state automobile and road technical university (MADI), e-mail: poj-nikita@mail.ru

Pronin Eugene, Chief Specialist, Gazprom Export, IGU WOC5 Chairman, phone: + 7 499 503 62 52, e-mail: e.pronin@mail.ru

Raznoschikov Vladimir, Senior Scientist, Ph.D., CIAM named after P.I. Baranov, phone: + 7 (495)-362-90-82, e-mail: raznoschikov@mail.ru

Savastenko Eduard, graduate student Russian University of Friendship, e-mail: e.d.u.a.r.d@inbox.ru

Saveliev Gennady, Head of the laboratory of motor and alternative fuel, All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture (VIM), Moscow, Russia, office phone + 7 (499) 1748763, mobile phone: 8 916 69-47-154, e-mail: vim@vim.ru

Skrpник Dmitry, undergraduate Russian University of Friendship

Varlamova Nataliya, chief of sector, CIAM named after P.I. Baranov, phone: + 7 (495)-362-00-64, e-mail: varlamova@ciam.ru

Yanovskii Leonid, head of department, Ph.D., CIAM named after P.I. Baranov, phone: + 7 (495)-362-00-23, e-mail: yanovskiy@ciam.ru

Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2013 г.

78

№ 1 (31)

1. Алексей Миллер провел заседание XXVII Президиума ЕДК
2. Белоруссия: перспективы использования газа на транспорте
3. Мировой рынок КПП (декабрь 2012 г.)
4. Газомоторная дочка Газпрома
5. В Совете директоров ОАО «Газпром»
6. Производство СПГ на Ямале
7. Организация производства АГНКС в России
8. **Янченко В.С., Рубис В.Ю.** Применение судовых паротурбинных установок с газообразным топливом и моделирование их теоретического цикла
9. **Карагусов В.И.** Реконденсация паров СПГ на речном транспорте
10. **Александров И.К.** Адаптивная электромеханическая трансмиссия
11. **Раков В.А.** Исследование автопарка гибридных автомобилей
12. **Цыгулев Д.Ю.** Электротранспорт и его интеграция в интеллектуальные сети будущего
13. Развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта
14. Новости из-за рубежа
15. **Барабанов А.А.** Промышленные налив и слив сжиженных газов
16. Развитие топливных рынков СПГ и КПП
17. **Ким А.А.** Проекты ОАО «Газпром газэнергосеть», реализуемые в рамках Программы газификации регионов РФ
18. **Коваленко В.П., Улюкина Е.А.** Организация транспортно-складских и заправочных операций со смешанными моторными топливами на основе рапсового масла
19. **Вальехо Мальдонадо П.Р., Гусаков С.В., Деянин С.Н., Марков В.А., Пономарев Е.Г.** Исследование периода задержки воспламенения биотоплив
20. **Лиханов В.А., Полевщиков А.С.** Особенности развития топливных факелов в цилиндродизеля при работе на этаноле
21. **Шишков В.А.** Энергия вынужденных колебаний давления газового топлива в рампе форсунок двигателя с искровым зажиганием
22. **Цуладзе М.А.** «Автокомплекс-2012»: нацеленность на перспективу
23. Аннотации на английском языке
24. Авторы статей в журнале № 1 (31) 2013 г.
25. Перечень статей, опубликованных в журнале «Транспорт на альтернативном топливе» в 2012 г.

№ 2 (32)

1. Газификация российского автотранспорта
2. **Евстифеев А.А., Балашов М.Л.** Методика определения границы экономической эффективности перехода на природный газ в качестве моторного топлива
3. **Гнедова Л.А., Гриценко К.А., Лапушкин Н.А., Перетряхина В.Б., Федотов И.В.** Применение различных видов моторного топлива в условиях Сибири и Крайнего Севера
4. **Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н., Тайлаков В.О., Соколов С.В.** Перспективы использования метана угольных пластов в Кузбассе
5. Газпром развивает рынок газомоторного топлива
6. От Урала до Парижа на КПП
7. **Термякин П.Г., Латыпов А.И.** Компримированный природный газ в двухтопливных двигателях с искровым зажиганием
8. Стратегия Евросоюза
9. **Зайцев В.П.** Сроки возврата кредита при модификации вертолетов Ми-8 в двухтопливные
10. **Хачиян А.С., Шишлов И.Г., Карпов Д.М.** Сравнительный анализ циклов газового и газодизельного двигателей большой размерности
11. **Кавтарадзе Р.З., Зеленцов А.А., Краснов В.М., Климова Е.В.** Исследование локального образования оксидов азота в водородном дизеле
12. **Фомин В.М., Каменев В.Ф., Хергеледжи М.В.** Бортовое генерирование водородосодержащего газа для транспортных двигателей
13. **Горбачев С.П., Медведков И.С.** Частичное сжижение природного газа в малотоннажных установках с блоком низкотемпературной очистки
14. **Марков В.А., Деянин С.Н., Маркова В.В.** Методики определения оптимального состава смесевых биотоплив на основе растительных масел
15. **Гумеров И.Ф., Хафизов Р.Х.** Снижение выбросов твердых частиц с отработавшими газами на двигателях V8
16. Новости отрасли
17. **Карагусов В.И., Юша В.Л., Карагусов И.В.** Термоакустический ожижитель природного газа для заправки речных судов
18. **Николаенко А.В., Ерохов В.И.** Подготовка специалистов и преподавателей для газомоторного комплекса страны
19. Аннотации на английском языке
20. Авторы статей в журнале № 2 (32) 2013 г.

№ 3 (33)

1. Совещание по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива
2. Четырехлетняя программа ОАО «Газпром» по расширению перевода автотранспорта на газ
3. Программа финансирования перевода на газ автотранспорта в российских регионах
4. Митьковский Н.М., Шнитков Г.В., Сафонов А.В. Оценка экономической эффективности электронной системы управления подачей газового топлива Blue-Power Diesel
5. Мкртычан Я.С. Основные принципы построения городской сети газоснабжения автотранспорта
6. Лосев О.Г., Марусева И.В., Пушкарёв А.С., Григорьев С.А., Григорьев А.С. Заправочная станция на возобновляемых источниках энергии для водородного и электрического транспорта
7. Семенищев С.П., Глухов В.П., Мерзляков П.П., Килина О.В., Попов В.К. Изготовление металлокомпозитных баллонов (первый этап)
8. Пронин Е.Н. Производство газовых машин в Китае
9. Развитие электротранспорта в России
10. Электромобили на Ставрополье
11. Соколов В.К., Строков П.И., Бекаев А.А. Электродвигатель
12. Кавтарадзе Р.З., Зеленцов А.А., Краснов В.М., Климова Е.В. Сравнительный анализ процессов теплообмена в камерах сгорания традиционного и водородного дизелей
13. Горбачев С.П., Кириенко К.И. Экспериментальная проверка технологий заправки криогенных бортовых топливных систем
14. Евстифеев А.А. Модель прогнозирования потребления газового моторного топлива в населенном пункте
15. Тихомиров С.А. Экспериментальное сравнение процессов сгорания бензиновых и газовых топлив в автомобильном двигателе
16. Татарстан станет пилотным регионом по развитию рынка газомоторного топлива в России
17. В Москве стартовал международный автопробег ДОСААФ
18. Марков В.А., Девянин С.Н., Нагорнов С.А. Работа транспортного дизеля на смесях дизельного топлива и метилового эфира подсолнечного масла
19. Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Новик А.С. Экспресс-контроль качества биотоплив при эксплуатации мобильной техники
20. Перспективная синтетика
21. Газпром станет эксклюзивным поставщиком газомоторного топлива для Volkswagen Motorsport
22. Гаттаров И.Ф., Фролов А.М. Режимы нагружения двигателя городского автобуса, работающего на природном газе
23. Макуха И.М. ХМАО – Югра: перевод транспорта на газовое топливо
24. Abstracts of articles
25. Авторы статей в журнале № 3 (33) 2013 г.

№ 4 (34)

1. Чеминава Б.Т. III Петербургский Международный Газовый Форум
2. Мартынова А.В. Итоги конференции «Основные направления развития рынка газомоторного топлива в России»
3. Мартынова А.В. Мировые тренды и меры стимулирования рынка газомоторного топлива
4. Корниенко Д.Г. Основные направления развития рынка газомоторного топлива в России
5. Дубровин А.Б. Проблемы внедрения газомоторной техники на транспортном предприятии
6. Прокофьев С.С. Взгляд перевозчика на трудности развития газомоторной техники в РФ
7. Лукарелли Д. Будущее за метаном
8. Золотарев П.С. Газовое топливо: симбиоз экологичности и экономичности
9. Батыршин Р.Р., Гатиятов А.А. Газомоторная техника КАМАЗ – инструмент энергосбережения и энергоэффективности
10. Сьлижак М. Развитие рынка СПГ в Европе
11. Яшин В.В., Ганиев И.Р. Перспективы развития производства АГНКС полной заводской готовности для автотранспортных предприятий
12. Хэберли Ф. Создание инфраструктуры для газификации автомобильного транспорта: решения существуют
13. Шикунец М.В., Балашов А.В. Мобильная заправочная КПП-станция
14. Мандрик С.И. Участие ЗАО «Промэнергомаш» в развитии сети АГНКС
15. Отчетное собрание НГА
16. Мкртычан Я.С., Люгай С.В., Селиванов Д.В. Междугородная и международная системы газоснабжения автотранспорта
17. Шатров М.Г., Хачиян А.С., Синявский В.В., Шишлов И.Г. Анализ способов конвертации автомобильных дизелей на питание природным газом
18. Мировой рынок КПП в марте 2013 г.
19. Ерохов В.И. Система рециркуляции отработавших газов современных двигателей
20. Григорьев С.А. Водородные электрохимические системы для транспорта
21. Бакиев Т.А., Бычков А.А. ООО «Газпром трансгаз Уфа»: увеличение потребления КПП в городах с низкозагруженными АГНКС
22. Эффективная перекачка сжиженного углеводородного газа
23. Семенищев С.П., Глухов В.П., Мерзляков П.П., Килина О.В., Попов В.К. Изготовление металлокомпозитных баллонов (второй этап)
24. Автомобильные системы впрыска газа
25. Камалтдинов В.Г., Марков В.А., Драгунов Г.Д. Расчетное исследование процесса сгорания и характеристик дизельного двигателя и НССГ-двигателя

26. **Евстифеев А.А.** Расчет надежности системы поставок газового моторного топлива потребителям
27. **Шишков В.А.** Подача газового топлива при наддуве цилиндров двигателя с искровым зажиганием
28. **Худяков Д.А., Блякинштейн И.М.** Погрешности мониторинга расхода топлива по его уровню в баке транспортного средства
29. **Александров И.К., Несговорев Е.В.** Система автоматического регулирования, обеспечивающая рекуперацию энергии в накопитель гибридной силовой установки
30. Abstracts of articles
31. Авторы статей в журнале №4 (34) 2013 г.

№ 5 (35)

1. Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива 14 мая 2013 г.
2. Распоряжение от 13 мая 2013 г. № 767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива»
3. **Савельев Г.С., Шапкайц А.Д., Подосинников В.В., Медведев А.А.** Сельскохозяйственные тракторы, работающие на метане
4. **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
5. **Коноплев В.Н., Латышев А.П., Лысенко А.Е., Мирошников К.С.** Обновление автобусного парка путем замены на автотранспортные средства, использующие КПП
6. **Марков В.А., Бебенин Е.В., Поздняков Е.Ф.** Сравнительная оценка альтернативных топлив для дизельных двигателей
7. **Цаплин А.И., Бочкарев С.В., Друзякин И.Г.** Управление подачей СПГ в топливной системе двигателя
8. **Московкин В.В., Гулов М.Н., Шкель А.С.** Автомобиль «Лада» – рекордсмен мира по топливной экономичности
9. На газе через пустыню
10. Вторая жизнь АГНКС
11. Новости отрасли
12. **Сахаров С.А., Пронин Е.Н.** Золотой век метана на марше
13. Автопробег газовых автомобилей «Голубой коридор – 2013: Ганза»
14. Автобусы заправятся от дороги
15. В Португалии появились электровелосипеды
16. Америка пересаживается на электромобили
17. Новые возможности и новые перспективы выставки GasSUF
18. **Лохоткин С.В.** Использование альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания
19. **Мкртычан Я.С., Батыршин Р.Р., Люгай С.В., Селиванов Д.В.** Перспективы создания нового поколения грузовых газомоторных автомобилей
20. **Карагусов В.И., Юша В.Л., Карагусов И.В.** Использование холода газификации природного газа для кондиционирования на транспорте
21. **Фомин В.М., Шустров Ф.А.** Изучение особенностей кинетики окисления азота в двигателе с послыйным смесеобразованием
22. **Александров И.К.** Определение дополнительных энергетических потерь при движении поезда по кривой
23. Abstracts of articles
24. Авторы статей в журнале №5 (35) 2013 г.

№ 6 (36)

1. Научное направление «Использование газа на транспорте» во ВНИИГАЗе: экскурс
2. Все только начинается. 10-летие Управления «Уралавтогаз»
3. Газомоторный рынок России – метановый вектор
4. **Коробцев С.В., Кротов М.Ф., Фатеев В.Н., Козлов С.И., Люгай С.В.** Производство водорода из органического сырья
5. **Ерохов В.И.** Особенности кислородного датчика системы управления транспортных двигателей
6. **Хазиев А.А.** Требования к автомобильному бензину и его влияние на отказы современных двигателей
7. **Пронин Е.Н.** Автопробег «Голубой коридор – 2013: Ганза»
8. Еврокомиссия развивает успех автопробега
9. **Горбачев С.П., Кириенко К.И.** Современные криогенные бортовые топливные системы для автотранспорта и технологии их заправки
10. **Марков В.А., Девянин С.Н., Шимченко С.П.** Использование биогаза для получения электроэнергии в агропромышленных комплексах
11. **Шендрик А.М., Фых М.И.** Контейнерная транспортировка газа, как альтернативный способ решения вопросов энергетической безопасности
12. **Фоменко Е.П., Тильчак А.И.** Моторный газ покоряет Кавказ!
13. Газозаправка транспорта
14. Выставка GasSUF снова подтвердила свой высокий уровень
15. Конференция «СУГ 2013» показала назревшие проблемы
16. **Цуладзе М.А.** 20-я юбилейная Московская международная выставка «Автокомплекс-2013» (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг)
17. **Пронин Е.Н.** Газомоторная карта России
18. Члены Некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация», 2013 г.
19. Abstracts of articles
20. Авторы статей в журнале № 6 (36) 2013 г.

Подписка – 2014

Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе»

Россия, 142717, Московская обл., Ленинский р-н., п. Развилка, а/я 253
Тел.: +7 (498) 657 41 35, e-mail: transport.1@ngvrus.ru, transport.2@ngvrus.ru
www.ngvrus.ru

Уважаемые читатели! Продолжается подписка на 2014 г.

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

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

- для РФ и стран СНГ – 2000 руб., включая НДС 18 %.
- для стран дальнего зарубежья – 100 евро / 140 долл. США.

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

Стоимость размещения рекламных полноцветных материалов в журнале:

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

Технические требования к рекламным модулям:

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