## 1ГЗК «АвтоГазоЗаправочный Комплекс+

## + Альтернативное топливо»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учиелитель -

Nº 1 (82) 2014 г.

СОЛЕРЖАНИЕ

Издается с января 2002 г.

Периодичность - ежемесячно

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

	ООО "Издательство Машиностроение"
Мамедова Т.А., Аскерова Э.Н., Латифова Т.С., Алиева С.К., Гасанханова Н.В., Алиева З.М., Алиева А.Э.	Главный редактор В.Ф. Третьяков — академик РАИН, д-р хим. наук, профессор
Использование природных нанотрубок галлоизитов в качестве катализатора и поверхности нагрева при получении низкомолекулярных олефинов 3	Зам. главного редактора Н.В. Нефёдова
Шендрик А.М., Фык М.И.           Технологии контейнерной транспортировки CNG-газа как альтернатива трубопроводному транспорту.         9	Председатель редакционного совета В.Ф. Корнюшко – д-р техн. наук, Заслуженный деятель науки и техники РФ
Щанкина В.Г., Шаркина В.И., Меньшиков В.В.         Образование водно-метанольной фракции в различных областях         промышленности       19         Селиванов С.В.         Современная газодизельная система ЭСУ-ГДД       24         Амирасланова М.Н., Алиева Р.В., Бекташи Н.Р., Мустафаев А.М.,	Состав редакционного совета: д.т.н. С.П. Горбачев (ООО "ВНИИГАЗ", г. Москва) член-корр. АН РТ Г.С. Дьяконов (Респ. Татарстан, г. Казань) д.т.н. Н.А. Иващенко
Рустамов Р.А., Алиева Ш.Р., Исаева П.Э.  Исследование молекулярных характеристик азотсодержащих моноалкил  (С <sub>8</sub> -С <sub>12</sub> ) фенолформальдегидных олигомеров и продуктов их взаимо- действия с соевым маслом методом гель-хроматографии	(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва) д.т.н. <b>Н.Г. Кириллов</b> (ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург) д.т.н. <b>Г.К. Лавренченко</b> ("УА-СИГМА", Украина)
Газпром переведет вьетнамские автомобили на газ	член-корр. НАН Ю.Н. Литвишков (Азербайджан, г. Баку) академик НАН И.И. Лиштван (Беларусь, г. Минск) академик РАЕН С.В. Мещеряков
Ожегов Дмитрий         38           Газовые КАМАЗы для Северной столицы         38           Делегация глав муниципальных образований РТ в РариТЭКе         39           Новинки газомоторных автомобилей: КАМАЗ – автопоезд зерновоз 68902C с прицепом 83703G         40	(МИНГП, г. Москва) д.э.н. А.В. Николаенко (МГТУ МАМИ, г. Москва) О.Н. Румянцева (ООО "Издательство Машиностроение") д.х.н. Р.М. Талышинский (РАН ИНХС, г. Москва)
Городской низкопольный газобаллонный автобус НЕФАЗ-5299-40-51	академик НАН РК, <b>Е.М. Шайхутдинов</b> (Респ. Казахстан, г. Алматы)
В Карелии построят комплекс по производству СПГ	Редактор О.А. Филоретова
2014 г	Компьютерная верстка С.А. Жиркина
ции ПНГ	Адрес и телефон редакции: 107076, г. Москва, Стромынский пер., д. 4 Тел. 8 (499) 268-41-77 E-mail: info.agzk-at@mashin.ru mashpubl@mashin.ru www.mashin.ru
Метановый транспорт: нужен учет       46         Энергетика для человечества       49         Список статей, опубликованных в 2013 г.       51	Подписано в печать 27.12.2013 г. Формат 60×88 1/8. Бумага мелованная. Усл. печ. л. 6,86. Отпечатано в ООО "Белый ветер", 115407, г. Москва, Нагатинская наб. д. 54, пом. 4

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы по каталогам): "Роспечать" – инд. 84180; "Пресса России"– инд. 39543; "Почта России" – инд. 10044

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77—48491

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", допускаются со ссылкой на источник информации и только с разрешения редакции.



№ 1 (82) 2014 г.

CONTENTS

Published from January, 2002

Periodicity - monthly

A magazine is plugged in List of editions of VAK Minobrnauki Russian Federation

#### Founder -LLC "Publishers Machinostroenie" **Editor-in-chief:** Mamedova T.A., Askerova E.N., Latifova T.S., Alieva S.K., Hasankhanova N.V., Alieva Z.M., Alieva A.E. V.F. Tretyakov – academician of RAES, doctor of chemical sciences, professor The use of natural nanotubes of galloisites as a catalyst and a heating surface Deputy editor Shendrik A.M., Phuc M.I. N.V. Nefedova Container transportation of natural gas as an alternative way of solving Chairman of the editorial board V.F. Kornyushko – doctor of technical sciences, Schankina V.G., Sharkina V.I., Menshikov V.V. honored scientist of the Russian Federation Selivanov S V The editorial board: doct. of techn. sc. S.P. Gorbachev The modern system of the ESA-gazodizelnaya Child Friendly City . . . . . . . . . 24 (LLC "VNIIGAZ", Moscow) Amiraslanova M.N., Aliyeva R.V., Bektashi N.R., Mustafaev A.M., corresponding member of the AS RT G.S. D'yaconov Rustamov R.A., Alieva Sh.R., Isaeva P.E. (Tatarstan Resp., Kazan) Study of the molecular characteristics of nitrogenous monoalkyl (C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>) doct. of techn. sc. N.A. Ivashchenko phenolformaldehyde oligomers and products of their interaction with soy (Bauman MSTU, Moscow) doct. of techn. sc. N.G. Kirillov (LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg) "Gazenergoset" will place on their GAS STATION natural gas refilling doct. of techn. sc. G.K. Lavrenchenko ("UA-SIGMA", Ukraine) "Gazprom" and "Solbus" will provide Warsaw and Olsztyn buses corresponding member of the ANAS Y.N. Litvishkov (Azerbaijan, Baku) **Ozhegov Dmitry** academician of the NAS I.I. Lishtvan (Belarus, Minsk) academician of the RANS S.V. Meshcheryakov (MINGP, New car-engine: KAMAZ-auto trailers, trailer 68902C 83703G......40 doct. of econom. sc. A.V. Nikolaenko (MSUME, Moscow) O.N. Rumyantseva SIBUR company sells Rail Garant wagons for transportation of LPG . . . . . . . . 42 (LLC "Publishers Machinostroenie") "Yamal LNG" will supply PetroChina at least 3 million tons of LNG per year . . . 42 doct. of chem. sc. R.M. Talyshinsky (TIPS RAS, Moscow) Academician of the NAS RK E.M. Shaikhutdinov (Kazakhstan Resp., Almaty) "Lukoil-perm" first applies two APG utilisation technology......44 Editor: O.A. Filoretova Computer Design S.A. Zhirkina Address and phone edition: 107076, Moscow, Stromynsky per., building 4 Tel: 8 (499) 268-41-77 E-mail: info.agzk-at@mashin.ru mashpubl@mashin.ru

The magazine is distributed by subscription, which can be obtained at any post office (directory indexes): "Rospechat" – ind. 84180, "The Russian Press" – ind, 39543, "Mail of Russia" – ind. 10044

www.mashin.ru

The magazine is registered with the Federal agency for Supervision of Communications, Information Technology and Communications (Roskomnadzor), Registration certificate PI N FS77-48491

Reprint is possible only with the reference to the journal "Autogas filling complex + alternative fuel"

УДК 665.6/7

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ НАНОТРУБОК ГАЛЛОИЗИТОВ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА И ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОЛЕФИНОВ

Т.А. Мамедова, Э.Н. Аскерова, Т.С. Латифова, С.К. Алиева, Н.В. Гасанханова, З.М. Алиева, А.Э. Алиева, Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАНА, г. Баку

Исследован процесс получения олефинов  $C_2$ — $C_4$  в процессе глубокого каталитического крекинга и термоконкатного пиролиза вакуумного газойля, технического хлопкового масла и смеси вакуумного газойля с содержанием в нем 10 % хлопкового масла в интервале температур 600...800 °С с применением природных галлоизитов, выделенных из каолинитных месторождений и представляющих собой наноразмерные и свернутые в трубочки пластинки алюмосиликатов.

Выявлено, что в процессе глубокого каталитического крекинга чистого вакуумного газойля при 600 °C с применением галлоизитов в качестве катализаторов прирост в выходе этилена составляет 6,4–10,1 % масс., в сравнении с выходами этих продуктов с использованием катализатора ZSM-5. Добавление в состав перерабатываемого вакуумного газойля 10 % технического хлопкового масла приводит к дополнительному увеличению выхода этилена на 2,2 % масс. с одновременным увеличением выхода пропилена на 3,3 % масс. Крекинг чистого хлопкового масла в идентичных условиях обеспечивает выход этилена и пропилена 16,1 и 9,2 % масс. соответственно.

**Ключевые слова:** низкомолекулярные олефины, глубокий каталитический крекинг, пиролиз, катализатор, поверхность нагрева, галлоизиты.

## THE USE OF NATURAL NANOTUBES OF GALLOISITES AS A CATALYST AND A HEATING SURFACE WHEN RECEIVING LOW MOLECULAR WEIGHT OLEFINS

T.A. Mamedova, E.N. Askerova, T.S. Latifova, S.K. Alieva, N.V. Hasankhanova, Z.M. Alieva, A.E. Alieva, Institute of petrochemical processes named Yu.G. Mamedaliyeva Anas, Baku

The process of olefin  $C_2$ – $C_4$  obtaining in the process of deep catalytic cracking and thermocontact pyrolysis of vacuum gasoil, technical cotton oil and a mixture of vacuum gasoil with 10 % of cotton oil in 600...800 °C temperature range with the use of natural galloisites extracted from kaolin fields and representing rolled in a tube nanoscale plates of aluminum silicates was ivestigated.

It is revealed, that in the process of deep catalytic cracking of pure vacuum gasoil at 600 °C the growth in the yield of ethylene is 6,4–10,1 % of the mass. If galloisites are used as catalysts, in comparison with the yields of these products using catalyst ZSM-5. 10 % of technical cotton oil supplement to the composition of processed vacuum gasoil oil leads to additional ethylene yield by 2,2 % mass. with a simultaneous increase in the yield of propylene by 3,3 % of the mass. Cracking of cotton oil in identical conditions provides the yield of ethylene and propylene 16,1 % and 9,2 % of the mass. respectively.

**Keywords:** low molecular weight olefins, deep catalytic cracking, pyrolysis, catalyst, heating surface, halloysites.

Низкомолекулярные олефины являются одним из главных сырьевых источников для современной нефтехимии. Спрос на них постоянно увеличивается и до 2015 г. рост спроса на этилен составит 3.7%, а на пропилен -4.7% в год. Для покрытия

образовавшегося дефицита на пропилен рост его производства должен составить 7 % в год [1]. При этом установки пиролиза, рассчитанные, преимущественно, на выпуск этилена, не позволяют удовлетворить растущий спрос на пропилен.



До недавнего времени мировая структура сырья пиролиза выглядела следующим образом: -27,6% масс., сжиженные газы (пропан, бутан) -14,0% масс., прямогонный бензин (нафта) -53,1% масс., гидроочищенные керосино-газойлевые фракции -5,3% масс.

С другой стороны, в связи с ограниченностью нефтяных ресурсов наиболее актуальными становятся проблемы углубления переработки нефти, повышения и оптимизации качества и рационального применения нефтепродуктов. В связи с этим большое значение приобретают исследования и работы, направленные на увеличение выхода олефинов, получаемых из нефтяного сырья с использованием доступных и дешевых видов сырья - газойлей, вакуумных отгонов и других некондиционных тяжелых нефтепродуктов, а также вовлечение в процесс сырья растительного происхождения, широкое использование которого становится актуальным в связи с развитием технологий получения биомасел из водорослей и генмодифицированных культур.

Переход от легкого сырья к более тяжелому влечет за собой и изменение технологий получения низкомолекулярных олефинов. Так, если при использовании этана, сжиженных газов и прямогонного бензина основной технологией получения этилена является пиролиз в трубчатых печах, то при переходе к газойлевым фракциям используются технологии контактного пиролиза и каталитического пиролиза (глубокого каталитического крекинга). Развитие данных технологий связано с ограниченными возможностями пиролиза в трубчатых печах, связанных с отложениями кокса и смол на внутренних стенках труб змеевиков и ограничением количества подводимой в зону реакции тепловой энергии при использовании тяжелых видов сырья.

К процессам глубокого каталитического крекинга относятся: каталитический процесс пиролиза (СРР) компаний Stone&Webster, RIPP/Sinopec; Petro FCC компаний UOP, LLC; глубокий каталитический крекинг (DCC) компании Stone&Webster; ККФ высокой жесткости (HS-FCC) компаний KFUPM-RI, JCCP, Saudi Armco; MAXFIN компаний Halliburton Kellogg Brown&Root, Exxon Mobil; селективный крекинг компонентов (SCC) компаний ABB Lummus Global; Ind Мах компании Indian Oil (IOC) [2—7].

Использование различных катализаторов позволяет также значительно повысить селективность и выход некоторых основных продуктов (в частности, пропилена) и существенно снизить температуру пиролиза. Основными недостатками каталитического пиролиза, несомненно, является высокое коксование катализаторов и снижение выхода топливных фракций. На сегодняшний день наиболее используемым в процессах глубокого каталитического крекинга тяжелых видов сырья являются мезопористые цеолитсодержащие катализаторы, в частности, ZSM-5, однако, как это было указано выше, высокая стоимость и проблемы с коксообразованием ставят перед исследователями задачу поиска новых, более дешевых и эффективных видов катализаторов [3, 6].

Учитывая это, в ИНХП НАН Азербайджана был исследован процесс каталитического получения низкомолекулярных олефинов С2-С4 с использованием в качестве поверхности контакта и катализатора природных нанотрубок галлоизитов, представляющих собой алюмосиликаты, составленные из слоев оксидов алюминия и кремния. Толщина слоев в гидратном минерале – приблизительно 10 А, а в дегидратированном – уменьшается до 7,2 А. Эти слои в минерале галлоизита закручены в трубки в результате воздействия атмосферных условий и геотермических процессов [8–10]. В галлоизитовых нанотрубках слой кремнезема находится на внешней поверхности трубки, в то время как слой оксида алюминия относится к внутренней поверхности люмена (отверстия) [11-14].

Различная химическая структура внешних и внутренних сторон слоя галлоизита придает галлоизитовым нанотрубкам уникальные свойства, не существующие в других нанотрубках. Одна из особенностей галлоизита — различные поверхностные и химические свойства на внутренних и внешних сторонах трубок [15]. У оксидов алюминия и кремния различные диэлектрические и ионизационные свойства, которые очевидны из наблюдений за электрическими ξ-потенциалами данных оксидов в водном коллоидном растворе. Первый (оксид алюминия) имеет положительный заряд в большом диапазоне значений рН раствора (до ~8,5), в то время как другой (кремнезем) отрицателен при значении рН раствора выше 1,5 [16]. Наружные диаметры трубок изменяются от 40 до 100 нм со средним значением 70 нм. Диаметры внутреннего люмена (отверстия) колеблются от 10 до 50 нм и в среднем равны 20 нм [1, 3]. Длины трубок лежат в диапазоне от 0,5 до 2,0 µм [17].

В зависимости от месторождения и способа переработки, галлоизитовые нанотрубки имеют высокую удельную поверхность, находящуюся в интервале от 80 до  $150 \text{ m}^2/\text{г}$ , из-за чего эти минералы обладают очень высокой катионообменной способностью от 0,02 до 0,68 моль/кг [10]. Гидратированные галлоизитовые нанотрубки могут адсорбировать в межслойное пространство низкомолекулярные вещества, в то время как адсорбция высокомолекулярных (молекул триглицеридов, поли-



меров, белков и т.д.) с молекулярным весом свыше 300 г/моль, главным образом, имеет место через загрузку во внутренний люмен трубок, что представляет особый интерес для применения их во многих областях [10, 11].

Относительная дешевизна получения и возможность использования без предварительной обработки делают природные галлоизиты наиболее привлекательными в процессах глубокого каталитического крекинга тяжелых видов сырья, где они могут быть использованы и в качестве катализатора, и в качестве поверхности контакта при более высоких температурах.

#### Характеристика катализатора

Для исследования фазового и элементного состава образца галлоизита был использован метод рентгеновской дифрактометрии (дифрактометр XRD TD3500), рентгено-рофлуоресцентной микроскопии (РФМ XGT 7000) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) с использованием радиоспектрометра JES-PE-3X, Jeol при комнатной температуре и температуре жидкого азота. Для исследования термических свойств галлоизитов использован метод термогравиметрии/дифференциального термического анализа (ТГ/ДТА/ДТГ) с использованием анализатора STA 449 F3 Jupiter производства компании NETZSCH, Германия.

Характерные полосы при угле отклонения 9,8 (100 %), 4,43 (100 %), 1,669 (40 %), 1,475 (100 %) на дифрактограмме исследованного образца катализатора позволяют идентифицировать образец как галлоизит.

Кристалличность образца, по данным дифрактометрии, составляет 52,2 %. Химический состав (% масс.) исследованного образца галлоизита по данным РФ-микроскопии и термического анализа:  $SiO_2$  (44,4);  $Al_2O_3$  (36,5);  $Fe_2O_3$  (0,13);  $Na_2O$  (0,18);  $K_2O$  (0,19); MgO (0,45);  $H_2O$  (18,6).

По химическому составу галлоизит и каолинит ( $Al_2O_3 \times 2SiO_2 \times nH_2O$ , n=4 и 2 < n < 4 соответственно) близки, различие заключается в количестве присоединенной воды. Галлоизит содержит несколько больше воды (четыре молекулы), чем каолинит. Половина количества воды в галлоизите в виде гидроксила, остальная — в виде молекул воды ( $H_2O$ ). При этом вода между слоями находится в фиксированном положении и связана в слоях посредством гидроксилов.

Из приведенной на рис. 1 термограммы исследованного образца видно, что при нагревании выделение воды происходит в два этапа.

Первая потеря воды происходит при температуре 50...100 °С. С потерей первых двух молекул воды первоначальный образец переходит во второй термодинамически стабильный состав  $Al_2O_3 \times 2SiO_2 \times 2H_2O$ , который, как показывают литературные данные, от-

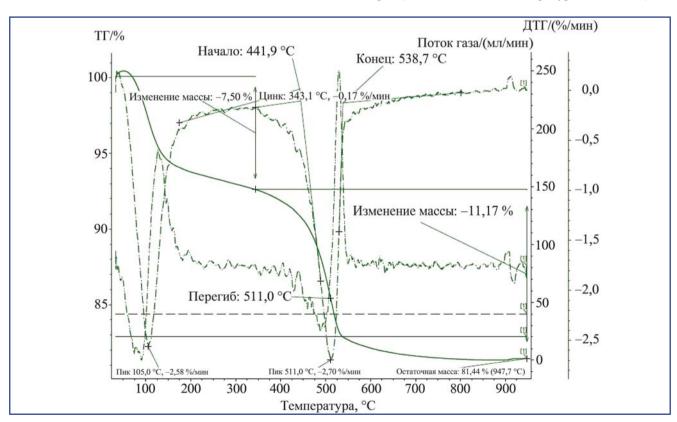


Рис. 1. Термограмма образца галлоизита



личается от первоначального также строением своей кристаллической решетки. Хотя химически обезвоженный галлоизит соответствует формуле каолинита, кристаллическая решетка его отличается от таковой каолинита, почему и рассматривают его как новый минерал и называют метагаллоизитом. Вода, выделяющаяся при 50 °С, не является адсорбционной, а входит в решетку галлоизита; метагаллоизит выделенную воду снова не поглощает, так как гидроксильные связи ионов кислорода в каолиноподобных слоях метагаллоизита прочнее, чем связи молекул воды.

При нагревании до 400 °C характерные свойства галлоизита сохраняются. Сильный эндотермический эффект фиксируется при удалении конституционной воды (выхода последних двух молекул воды), минимум которого приходится на 550...600 °C. Термограмма галлоизита напоминает термограмму каолинита, но отличается от нее эндотермическим всплеском при 50...100 °C.

#### Экспериментальная часть

Процесс термокаталитического крекинга хлопкового масла, а также вакуумного газойля в чистом виде и при содержании в нем 10% хлопкового масла проводился на лабораторной проточной микроустановке при температурах 600...800 °C, МСПС 20-22 ч $^{-1}$ , содержании водяного пара 5% с использованием в качестве катализатора предварительно таблетированных и измельченных галлоизитов.

Состав продуктов превращения термокаталитического превращения хлопкового масла, вакуумного газойля и смеси вакуумного газойля с 10 % хлопкового масла с использованием галлоизитов приведен в табл. 1.

Как видно из представленных в табл. 1 результатов, использование галлоизитов в качестве катализаторов для получения олефинов из вакуумного газойля позволяет существенно увеличить выход этилена в сравнении с выходом его в процессе традиционного и глубокого каталитического крекинга с использованием катализатора ZSM-5 (табл. 2) и промышленного процесса пиролиза фракции 350...500 °C (рис. 2).

Так, если выход этилена при температуре 590...600 °С в процессе Petro FCC и HS FCC составляет 6,0 и 2,3 % масс. соответственно, то при использовании галлоизитов для идентичной температуры выход этилена составляет 12,4 % масс. Выход этилена при пиролизе газойлевой фракции в данном диапазоне температур в промышленности составляет не более 13,1 % масс.

Увеличение температуры проведения процесса до 700...800 °C позволяет повысить выход этилена до 20,5...29,6 % масс., что также превышает выход

Таблица 1

Состав продуктов превращения термокаталитического превращения хлопкового масла, вакуумного газойля и смеси вакуумного газойля с 10 % хлопкового масла с использованием галлоизитов

	Температура, °С			
Продукты превращения	600	700	800	
Сырье — ваку				
Газы C <sub>1</sub> –C <sub>4</sub>	42,5	55,7	62,5	
Жидкие продукты:	53,7	39,1	31,6	
кокс	2,4	4,0	4,4	
потери	1,4	1,2	1,5	
Выход олефинсодержащих газов, % масс.:				
этилен	12,4	20,5	29,6	
пропилен	8,1	11,8	12,3	
Σ бутиленов	6,2	6,8	6,3	
Σ олефинов	26,7	39,1	48,2	
Сырье – хло	опковое мас	сло		
$\Gamma$ азы $C_1-C_4$	44,2	77,3	91,9	
Жидкие продукты:	50,8	16,8	1,5	
кокс	3,4	4,6	5,3	
потери	1,6	1,3	1,3	
Выход олефинсодержащих газов, % масс.:				
этилен	16,1	29,9	39,6	
пропилен	9,2	14,3	14,6	
Σ бутиленов	5,3	6,3	5,9	
Σ олефинов	30,6	50,5	60,1	
Сырье вакуумный газойл	ь + 10 % хл	опкового м	асла	
$\Gamma$ азы $C_1-C_4$	45,5	62,4	70,5	
Жидкие продукты:	50,1	32,2	23,4	
кокс	3,0	4,1	4,9	
потери	1,4	1,3	1,2	
Выход олефинсодержащих газов, % масс.:				
этилен	14,6	24,7	33,4	
пропилен	11,4	14,0	14,2	
Σ бутиленов	6,4	7,0	6,8	
Σ олефинов	32,4	45,7	54,4	



Таблица 2
Типичные выходы олефинов в процессах каталитического крекинга вакуумного газойля

Традиционный Petro FCC HS FCC Параметр DCC-II ККФ Температура реакции, °С 500 540 590 600 Выход продуктов, % масс.: 1,5 5,4 6,0 2,3 этилен 4,8 14,3 22,0 15,9 пропилен 6,9 14,7 14,0 17,4 бутилены 51,5 Бензиновая фракция 39,0 28,0 37,8 15,1 9,8 9,5 Легкий газойль 6,6 Тяжелый газойль 5,9 5,0 3.3 5,8 Кокс 4,5 4,3 5,5 6,5 13,2 34,4 42,0 35,6 Суммарное содержание олефинсодержащих газов, % масс.

этилена при пиролизе газойлевой фракции на 3,4...7,0 % масс.

Обращает на себя внимание изменение выхода пропилена при термокаталитическом превращении вакуумного газойля с использованием галлоизитов.

Как известно, термический пиролиз как природного и попутного газов, так и более тяжелых нефтяных фракций в пропиленовом режиме при температуре процесса 800 °С обеспечивает максимальный его выход 7,3...12,0 % масс., при этом выход этилена в сравнении с выходом его в этиленовом режиме уменьшается на 10...12 % и составляет не более 22,5 % масс.

Термокаталитическое превращение вакуумного газойля с использованием галлоизитов при температурах 600, 700 и 800 °С обеспечивает выход пропилена 8,1; 11,8; и 12,3 % масс. соответственно, со-

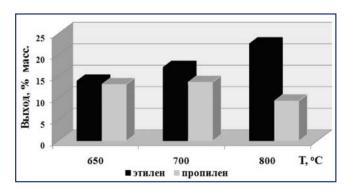


Рис. 2. Зависимость выхода этилена и пропилена от температуры в процессе пиролиза фракции 350...500 °C

храняя при этом высокий выход этилена (до 29,6 % масс.).

Использование в качестве сырья технического хлопкового масла позволяет получить еще более высокие выходы как этилена, так и пропилена во всем интервале исследованных температур. Прирост в выходе этилена и пропилена составляет 3,7-9,4-10,0 % масс., для пропилена 1,1-2,5-2,3 % масс. при температурах 600-700-800 °C соответственно. Суммарный прирост выхода олефинов в пиролизном газе по сравнению с переработкой вакуумного газойля при этом составляет 3,9-11,4-11,9 % масс.

Добавление 10 % хлопкового масла в состав используемого вакуумного газойля позволяет увеличить выходы этиле-

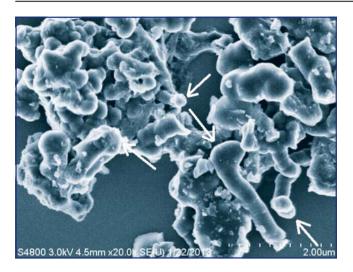
на и пропилена по сравнению с каталитическим пиролизом чистого вакуумного газойля на 2,2-4,2-3,8 и 3,3-2,2-1,9 % масс. для указанных температур соответственно.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что количество образующихся продуктов не подчиняется правилу аддитивности при вовлечении в перерабатываемое сырье хлопкового масла, так как прирост выхода целевых продуктов выше, чем это можно было бы ожидать, предположив, что вакуумный газойль и хлопковое масло крекируются независимо друг от друга. По всей видимости, хлопковое масло, расщепляясь, оказывает инициирующее действие на крекинг молекул нефтяного сырья, что и приводит к увеличению выхода целевых продуктов.

### Характеристика закоксованного катализатора

Морфологические изменения в катализаторе при образовании кокса в процессе термокаталитического превращения смеси вакуумного газойля с хлопковым маслом при 600 °С были изучены с помощью сканирующего электронного микроскопа (рис. 3). Было выявлено, что кокс преимущественно формируется на конце трубок галлоизитов (показано стрелками на рис. 4), что указывает на более высокий кислотный характер концов трубок по сравнению с внешней поверхностью стенок диоксида кремния. Примечательно, что галлоизит сохраняет свою трубчатую структуру и после каталитического процесса.





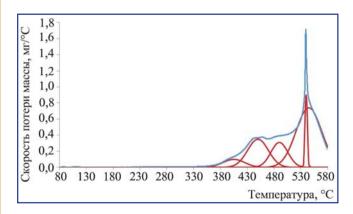
**Рис. 3.** Изображение закоксованного галлоизита, полученного с помощью электронного сканирующего микроскопа

Природа кокса изучалась при помощи термопрограммируемого окисления (ТПО) воздухом в диапазоне температур 80...580 °C.

Закоксованные образцы катализатора нагревались со скоростью 5 °С/мин и фиксировалась потеря веса за счет сжигания кокса (рис. 4).

Было выявлено, что потеря веса закоксованных галлоизитов происходит выше 380 °C, что указывает на плотную природу кокса. Сигнал при 543 °C имеет самую большую площадь (более 51 % от общей площади) и соответствует сильно конденсированному коксу. Пики при 430...490 °C соответствующие менее плотному коксу составляют чуть более 36 % от общего количества кокса. Можно также наблюдать острый пик при 540 °C, который, предположительно, соответствует коксу от углеводородов, инкапсулированных в просвете трубок (люменов) галлоизитов.

Регенерация катализатора в токе воздуха при 650 °C приводит к практически полному выжигу



**Рис. 4.** Зависимость скорости потери веса закоксованных галлоизитов от температуры при термопрограммируемом окислении

кокса на галлоизитах и возможности его повторного использования.

#### Выводы

- 1. Исследован процесс глубокого каталитического крекинга вакуумного газойля при 600 °C с целью получения низкомолекулярных олефинов  $C_2$ — $C_4$  с применением природных нанотрубок галлоизитов и выявлено увеличение выхода этилена и пропилена на 6,4...10,1 % масс. в сравнении с выходами этих продуктов с использованием катализатора ZSM-5.
- 2. Выявлено, что использование в качестве сырья технического хлопкового масла в чистом виде и при добавлении его в состав вакуумного газойля в количестве 10 % позволяет получить прирост в выходе этилена 3,7 и 2,2 % масс. соответственно.
- 3. Исследован процесс термоконтактного пиролиза указанных видов сырья с применением нанотрубок галлоизитов в интервале температур 700...800 °С и выявлена возможность получения пропилена с выходом 11,8...12,3; 14,3...16,6 и 14,0...14,2 при использовании вакуумного газойля, хлопкового масла и смеси вакуумного газойля с 10 % хлопкового масла соответственно с сохранением высокого выхода этилена (20,5...39,6 % масс.).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Булкатов А.Н. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2008.
   № 2. С. 7.
- 2. **Кашковский В.И., Григорьев А.А.** // Катализ и нефтехимия. 2006. № 14. С. 1.
- 3. Седгхи Рухи Б.Ф., Капустин В.М., Герзелиев И.М., Третьяков В.Ф. // Катализ в промышленности. 2012. № 6. С. 33.
- 4. Fujiyama J., Redhwi H., Rahat Saeed M. // Oil and Gas Journal. 2005. P. 54.
  - 5. Ren T., Patel M., Blok K. // Energy. 2006. № 31 P. 425.
- Aitani A., Yoshikawa T., Ino T. // Catalyst Today. 2000. V. 60.
   P. 111.
- Shaikh A., Al-Mutairi E.M., Ino T. // Ind. Eng. Chem. Res. 2008. V. 47. P. 9018.
- 8. Price R., Gaber B., Lvov Yu. // Journal of Microencapsulation. 2001. V. 18. P. 713.
- 9. Joussein E., Petit S., Churchman J., et al. // Clay Miner. 2005. V. 40. P. 383.
- 10. **Baal S., Brandow S., Gaber B.P.** // Chem. Mater. 1993. V. 5. P. 1227.
  - 11. Wilson I.R. // Clay Miner. 2004. V. 39. P. 1.
- 12. **Tari G., Bobos I.C., Gomes S.F. et al.** // J. Coll. Interf. Sci. 1999. V. 210. P. 360.
- 13. Levis S.R., Deasy P.B. // International Journal of Pharmaceutics. 2002. V. 243. P. 125.
- 14. **Kelly H.M., Deasy P.B., Zaika E., et al.** // International Journal of Pharmaceutics. 2004. V. 274. P. 167.
- 15. Levis S.R., Deasy P.B. // International Journal of Pharmaceutics. 2003. V. 253. P. 145.
- 16. Antill S.J. // Australian Journal of Chemistry. 2003. V. 56. P. 723
  - 17. Fu Yu., Zhang L. // J. Solid State Chem. 2005. V. 178. P. 3595.
- 18. **Гориславец С.П., Тменов Д.Н., Майоров В.И.** Пиролиз углеводородного сырья. К: Наукова Думка, 1977. С. 72.



УДК 622.279

## ТЕХНОЛОГИИ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ CNG-ГАЗА КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРУБОПРОВОДНОМУ ТРАНСПОРТУ

А.М. Шендрик, ГПУ "Шебелинкагаздобыча",

М.И. Фык, канд. техн. наук, НТУ "Харьковский политехнический университет"

В работе рассматривается контейнерный способ транспортировки газа для потребителей малой и средней мощности как альтернатива трубопроводному транспорту. Приведены варианты организации схем газоснабжения на основе автомобильного и железнодорожного транспорта. Рассмотрены недостатки и преимущества обоих видов транспортировки газа и области их эффективного использования. Представлены перспективные варианты применения технологии в условиях энергетического, экономического кризиса, а также с учетом тенденций развития мировой энергетики. Предложены перспективные варианты применения технологии в условиях энергетического, экономического кризиса, а также с учетом тенденций развития мировой энергетики. Авторы считают наиболее перспективной организацию транспортировки сжатого неподготовленного газа газоконденсатных месторождений в универсальных цилиндрических баллонах большого диаметра (до 1000 мм).

Вопрос хорошо освещен практикой транспортировки сжатого метана по морю, но мало исследованы возможности альтернативной перевозки по суше. Технология CNG (Compressed Natural Gas – CNG) – это новая перспективная технология транспортировки природного газа в сжатом виде на суднах специальной конструкции – суднах CNG. Особенность технологии в том, что природный газ можно загружать в суда CNG непосредственно с месторождения, а разгружать – непосредственно в потребительскую сеть. Это исключает необходимость в значительных капиталовложениях в строительство морских трубопроводов или заводов по сжижению газа для доставки его на рынок судами LNG. Основным объектом капиталовложений в новой технологии являются сами судна CNG.

Наиболее привлекательна технология CNG для введения в коммерческий оборот морских (офшорных) месторождений природного газа. По многочисленным оценкам международных экспертов, транспортировка природного газа на судах CNG будет в 1,5–2,0 раза более выгодна по сравнению с транспортировкой по морским трубопроводам или в сжиженном виде на судах LNG (Liquefied Natural Gas) при объемах поставок природного газа от 0,5 до 4,0 млрд м<sup>3</sup> в год на маршрутах протяженностью от 250 до 2500 мор. миль. Это даст возможность обеспечить газоснабжение в горных и многоводных районах континентов, а также других отдаленных малогазифицированных регионах. Эта технология заслуживает особенного внимания в случае разработки маломощных истощенных газовых и нефтяных месторождений и при добыче газа из малодебитных скважин.

**Ключевые слова:** транспортировка газа, автомобильный и железнодорожный транспорт, универсальные цилиндрические баллоны, судно специальной конструкции CNG.

## CONTAINER TRANSPORTATION OF NATURAL GAS AS AN ALTERNATIVE WAY OF SOLVING PROBLEMS OF ENERGY SAFETY

A.M. Shendrik, HPU "Sebelinkagazdobycha",

M.I. Fyk, candidate of technical sciences the NTU "Kharkov Polytechnic University"

In this work we consider a way to transport a container of gas to consumers low and medium power as an alternative to pipeline transport. The options for gas supply schemes are given, based on road and rail transport. We consider the advantages and disadvantages of both types of gas transport, separated by areas of their effective use. We present promising applications of technology in the energy, economic crisis, as well as the trends of world energy. The applications of advanced technologies are proposed in energy, economic crisis, as well as the trends of world energy. The authors believe the most promising organization of transportation of compressed gas condensate fields unprepared for universal cylindrical balloons of large diameter (up to 1000 mm).

The question is highlighted of good practice of compressed methane transport by sea, but the possibility of alternative transportation by land has been little investigated. Technology CNG (Compressed Natural Gas – CNG) – is a new promising technology for natural gas in compressed form on specially designed ships – ships CNG. The peculiarity of this technology is that natural gas can be downloaded directly from trial CNG field and unload – directly into the customer's network. This eliminates the need for significant capital investments in the construction of offshore pipelines or gas liquefaction plants to bring it to market by the courts LNG. The main object of investment in new technology are themselves ship CNG.

The most attractive technique for the introduction of CNG is in commercial circulation of sea (offshore), natural gas fields. According to numerous international experts, the transportation of natural gas to CNG ships will be 1,5–2,0 times more cost-beneficial when compared with the transport of offshore pipelines, or in reduced form at the courts of LNG (Liquefied Natural Gas) in the volume of natural gas supplies from the 0,5 to 4,0 billion m<sup>3</sup> a year on the route length from 250 to 2,500 sea miles. This makes it possible to ensure gas supply to the mining and wet areas of continents, as well as other remote of the small gasified regions. This technology deserves special attention in the case of low-power design of depleted oil and gas fields and gas production from marginal wells.

Keywords: gas transport, road and rail transportation, universal cylindrical tanks, the vessel specially designed CNG.

Природный газ быстро становится базовым топливом для мира. Он дает сравнительно экологически чистое горение, недорогой и в изобилии, постепенно восстанавливается в недрах и производится из органического сырья. В настоящее время около 25 % энергетического баланса в мире фор-



мируется в результате сжигания природного газа. Газ используется для отопления домов, приготовления пищи, используется для производства электричества, мощности легковых и грузовых автомобилей, топлива и химических промышленных перерабатывающих предприятий. В одном конкретном секторе промышленности природный промышленный газ для автомобилей ( NGV ) вырос на 20 % в прошлом году и будет расти как минимум на 10 % в год в течение следующих 10 лет. Большинство аналитиков предсказывают, что к 2020 г. 30 % энергии в мире будет поступать из природного газа.

Развитие газодобывающей промышленности тесно связано не только с историей открытия и разработки газовых месторождений, но и с формированием рынков потребления газа, созданием новых технологий его транспортировки и использования. На первых этапах становления газовой промышленности основными потребителями природного газа были бытовая сфера, производства, расположенные неподалеку от газовых месторождений, и газопроводы небольшой мощности – диаметром 520...730 мм с географией в пределах одного государства. Динамика добычи газа опережала динамику его потребления. Так появились более мощные газопроводы диаметром 1020...1420 мм континентального значения и начали образовываться новые рынки потребления газа, среди которых одним из главных игроков стали государства Европейского союза, США, Китай.

Универсальность, экологичность, простота использования и относительная безопасность по сравнению с такими энергоносителями, как уголь, уран и нефть стали причиной переориентации и создания новых производств на основе использования природного газа в качестве базового топлива. Рост темпов потребления природного газа стал залогом конкурентоспособности и энергетической безопасности не только отдельных производств, но и целых государств, поэтому вопросы эффективной дифференцированной транспортировки газа к заказчику в ряде случаев приобретает стратегическое значение. Кроме того, в последнее время, стала обостряться проблема больших истощенных газовых месторождений с развитой инфраструктурой потребления газа, для которых (по экономическим причинам) нецелесообразна транспортировка по мощным магистральным газопроводам. И число таких месторождений постоянно растет как в Украине, так и в других газодобывающих странах мира.

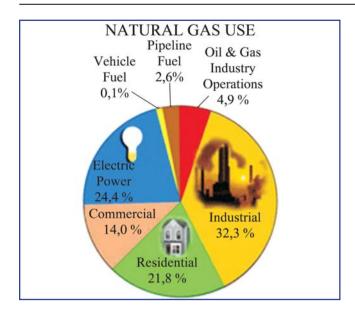
Существующая газотранспортная система большинства основных государств-экспортеров газа Евразийского континента базируется на трубопроводном транспорте, которая в большинстве случаев осталась от бывшего СССР. События последних лет продемонстрировали не только необходимость модернизации и восстановления системы, но и уязвимость "коллективной газовой трубы" от взаимоотношений между отдельными операторами газотранспортной системы. В любое время все участники транспортировки газа (как экспортеры, так и импортеры) могут стать заложниками форс-мажорных обстоятельств, которые образовались на любом участке газопровода. Кроме того, наблюдается процесс образования новых очень мощных рынков потребления природного газа – таких например, как Китай и Индия, газоснабжение в которых имеет не только финансовый, но и временной аспект. Вопрос транспортировки и потребления гигантских объемов газа приобретает все большую количественную и географическую динамики. Источники, направления и даже самые современные газовые рынки можно классифицировать как динамические. Поэтому вопрос диверсификации как путей, так и средств транспортировки газа очень актуален в современной газовой промышленности.

Одной из известных альтернатив "газовой трубы" является контейнерная транспортировка компримированного газа. Развитие этого вида транспортировки газа связано с обслуживанием сравнительно незначительных и специализированных газовых потоков — заправка автомобильного транспорта, газоснабжение отдаленных и сложно доступных районов с относительно незначительными объемами потребления. Но в современных экономических условиях с периодическими кризисными явлениями, ростом цен на энергоносители и обострением конкуренции между ведущими мировыми экономиками — контейнерный способ перевозки приобретает перспективы стать реальной альтернативой для малой и средней энергетики.

Если обратиться к структуре потребления природного газа, то следует отметить, что основные потребители природного газа — это электроэнергетика и крупная промышленность, на долю которых выпадает соответственно 24,4 и 32,3 % всего газа. Как правило, эти сегменты рынка представлены мощными электростанциями и заводами, для которых альтернативы "газовой трубе" нет. Исключением могут быть мощные системы поставок сжиженного газа. Но два других сегмента газового рынка — коммерческий и жилищно-бытовой (14 и 21,8 % соответственно) не имеют таких жестких ограничений и могут быть отнесены к малой и средней энергетике.

К особенностям коммерческого и жилищно-бытового сегментов газового рынка следует отнести значительные сезонные и другие колебания в потреблении, градацию в объемах и географии газоснабжения, чувствительность к ценовой поли-





**Рис. 1.** Круговая диаграмма использования природного газа: трубопровод топлива — 2,6 %; автомобильного топлива — 0,1 %; электроэнергетики — 26,4 %; коммерческих — 13,9 %; жилых помещений — 21,6 %; промышленного использования — 30,3

тике газовых трейдеров. Все это делает "газовую трубу" не очень удобным способом газоснабжения и выдвигает в ряде случаев на передний план именно контейнерные средства транспортировки газа.

Следует отметить, что в настоящее время технология контейнерной перевозки газа на европейском континенте очень недооценена. На фоне значительных достижений контейнерного способа перевозки газа на территории Южной и Северной Америки, в государствах Евразии эта технология имеет значительный инвестиционный и инновационный потенциал. В Европе, как правило, контейнера используются для транспортировки сжиженных углеводородных газов (далее СУГ) — пропанобутановой смеси, производство которой нуждается в значи-

тельных капитальных затратах на строительство установок по сжижению и дегазации пропана. Но опыт показал, что такая технология не позволяет перекрыть сезонные колебания спроса на энергоносители. А перевозки компримированного метана обычно ограничиваются обслуживанием сети автомобильных метановых заправок (рис. 2, а) и газообеспечением отдельных потребителей (отдельных небольших населенных пунктов и производств). Это связано со сравнительно незначительным парком газовых контейнеров и их малой емкостью (рис. 2,  $\delta$  ), а также значительной стоимостью природного газа при закупке у газовых трейдеров. Кроме того, следует отметить, что в основном используются автомобильные средства доставки контейнеров потребителям ( рис. 2,  $\theta$ ).

Поэтому следует рассмотреть отдельно эти препятствия развитию контейнерной перевозки компримированного природного газа.

Следует отметить, что при подготовке метана как к трубопроводной транспортировке, так и при подготовке СУГ производитель несет большие расходы. Это, как правило, связано с подготовкой именно к транспортировке, ведь в случае СУГ газ надо сначала перевести из газового в жидкое состояние, а затем с помощью сложных холодильных термобарокамер перевезти и еще на спецоборудовании подготовить к реализации — "разгазировать". В случае трубопроводной транспортировки метана — его следует не только очистить от гидратообразующих примесей [1], но и в течение всей трубы дополнительно компримировать на мощных газокомпрессорных станциях (далее ГКС).

Использование контейнерной перевозки компримированного метана не требует такой подготовки. Это главное преимущество такого вида транспортировки. Ведь требования к его качеству определяются потребителем и могут быть значительно занижены. Действительно, наличие в газе



**Рис. 2.** Оборудование для передвижных АГНКС: a — передвижная метановая заправка;  $\delta$  — баллоны для АГНКС;  $\epsilon$  — метановоз







**Puc. 3.** Мировые образцы компрессорного оборудования для компримирования природного газа

высших углеводородных примесей в метане только поднимает его калорийность. Жидкие примеси и вода легко удаляются из газа путем дренирования контейнера и эта операция почти не нуждается в дополнительном оборудовании, а образование гидратов легко предотвратить добавлением незначительного количества метанола или простым обогревом редуцирующих элементов. Исключением могут стать только опасные или вредные примеси — сероводород, сера или окись углерода.

Поэтому при контейнерной перевозке компримированного природного газа, в основном метана, (далее КПГ) можно использовать технологию транспортировки неочищенного природного газа [2]. Это даст большое преимущество КПГ перед другими видами газа, поскольку появятся экономические основания для разработки малых и истощенных газовых месторождений, упростится транспортировка попутного газа на нефтяных месторождениях, значительно расширятся география и способы газоснабжения вдоль газотранспортных магистралей. В настоящее время уже создан целый ряд компрессоров для КПГ (рис. 3).

Для изготовления современных газовых контейнеров используют трубы высокого давления диаметром 0,3...0,5 м. Это ограничивает в некоторой степени как объемы транспортировки так и потребление КПГ.

Основной задачей для окончательного становления КПГ технологий в Украине и ряде стран Европы в настоящее время является создание такого универсального КПГ-контейнера большой емкости на базе стальных труб большого диаметра (0,5...1,0 м), или других современных материалов, который мог использоваться для его перевозки автомобильным, железнодорожным или морским транспортом.

Следует отметить, что контейнерная перевозка компримированного природного газа — уже достаточно известная в мире технология (рис. 4). Существует международный стандарт на 20 и 40-футовые баллоны с давлением до 2,5 МПа — ISO 11120 и на баллоны до 200 MПа – DOT 3AAX 2900 (в Pocсии - ТУ 2296-031-03455343-2009. Металлопластиковые баллоны большой вместимости для хранения и транспортировки природного газа). Стандарт содержит технические условия для производства блоков контейнеров на основе морских и железнодорожных контейнеров, стандартно подходят для перевозки автотранспортом (обычно фура-TIR). На основе этих стандартов корейская фирма NK CO., LTD Korea, уже наладила производство контейнеров для перевозки сжатого газа CNG. Кроме того, в последнее время появились трубы значительных диаметров (1220 мм) высокого давления (рабочее давление которых 22 МПа –





производители Europipe и ЗАО "ОМК"). Их начали производить для уменьшения расходов на транспортировку газа и для таких проектов, как Nord Stream. Поэтому появилась возможность повысить емкость КПГ-контейнеров.

Рассмотрим пример использования универсальных контейнеров с высоким давлением (до 25 МПа). При полной загрузке в контейнерах фирмы NK CO., LTD Когеа можно перевозить автомобилем до 5300 м³ (рис. 5). А это соответствует месячной потребности небольшого поселка в летний период года или суточной добыче газа малодебитной скважины. Использование таких метановозов позволяет проводить разработку даже небольших газовых месторождений с малым количеством скважин. А при наличии дополнительного обору-

дования на раме контейнера (газомотокомпрессора незначительной мощности, одоризации и метанольной установки) вообще обходиться без стационарных установок подготовки газа [3]. Такие системы позволят обеспечить не только добычу газа, но и его транспортировку и реализацию мелким потребителям (населенным пунктам, лагерям экспедиций, кочевникам и т.д.), газообеспечение лагерей беженцев, передвижных строительных и военных бригад, буровых и т.д.).

Кстати уже есть опыт использования близких аналогов – прототипов в отдельных уголках планеты. Аргентинская фирма Galileo использует газовые контейнеры высокого давления для газоснабжения в те отдаленные районы страны, куда прокладывать газопровод экономически нецелесооб-







Рис. 5. 20-футовые и 40-футовые контейнеры фирмы NK Co. Ltd





**Рис. 6.** Технология "Виртуальная труба" и оборудование фирмы Galileo

разно (рис. 6). Но они используют контейнеры, собранные на основе большого количества элементов малой емкости и газ для компримирования и транспортировки берут подготовленный (из газопровода). Эта технология получила название "Виртуальная труба" и показала очень хорошие практические результаты. Но для "влажного" газа она не пригодна, ведь из большого количества топливных элементов сложно дренировать конденсат и примеси. Использование автомобильного транспорта для КПГ оправдано в случае оперативного газоснабжения относительно небольших потребителей и перевозки незначительных объемов газа. Кроме того, аналогичная технология имеет значительные перспективы для мелкого газоснабжения вдоль всех магистральных газопроводов.

Для обеспечения более мощных газовых КПГ-потоков более подходят автопоезда, железнодорожный и морской способ транспортировки.

Использование железнодорожных платформ позволяет увеличить количество контейнеров в одной сборке и увеличить расстояния транспортировки. Развитая сеть железных дорог, небольшие удельные затраты на перевозку грузов и отработанная система управления транспортными потоками делают этот способ транспортировки очень привлекательным для организации газоснабжения потребителей коммерческого и жилищно-коммунального сегментов газового рынка. Кроме того, существует возможность организации отдельных специализированных газотранспортных железных дорог для крупных потребителей с ограниченными сроками существования или сезонными технологическими циклами. Преимуществами таких газотранспортных железных дорог являются сравнительно низкая стоимость строительства - с учетом дороги, железнодорожных платформ, тепловозов и контейнеров – дешевле в 1,5-2 раза. Использование железнодорожной транспортировки позволяет значительно снизить стоимость и повысить скорость строительства, реконструкции, ремонта углеводородно-транспортной магистрали. Кроме того, после истощения месторождений — источников сырого и подготовленного газа железную дорогу можно легко демонтировать, реорганизовать логистику или использовать для других целей.

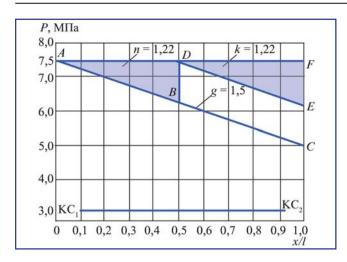
Если в качестве топлива для поездов использовать метан, то затраты на материалы и на электроснабжение железной дороги можно почти исключить.

При загрузке одной платформы двумя контейнерами (высота контейнера 1,4 м, ширина 2,4 м), а одного поезда 80 платформами получим 850 тыс. м<sup>3</sup> газа на один рейс состава. При максимальной загрузке железнодорожный состав в полчаса -40,8 млн м<sup>3</sup>/сут., а в год около 15 млрд м<sup>3</sup> — приблизительная мощность такой газовой артерии. При расходе таким составом 300 м<sup>3</sup> метана на 100 км пробега получим затраты 0,035 % от транспортировки газа, 0,35 % на 1000 км, 3,5 % на 10 000 км. Для сравнения – транспортировка газа по газопроводу на 10 000 км потребует строительства более 50 компрессорных станций и в зависимости от гидравлических потерь давления и удачного подбора мощностей станций (рис. 7) эта цифра может быть значительно больше [4]. Поэтому при сравнении затрат на закупку оборудования, строительство и обслуживание этих видов транспортировки газа, железнодорожный транспорт имеет свои преимущества, особенно для нерегулярных и неустановившихся трафиков углеводородного потока.

Следует отметить, что в случае технических проблем (аварии, ремонты, техническое обслуживание) потери товарного газа по сравнению с газопроводом значительно меньше, а безопасность выше. Кроме того, железнодорожная транспортировка КПГ значительно гибче в управлении, что в условиях экономического кризиса может стать решающим фактором как для газодобывающих предприятий, так и для трейдеров и потребителей в вопросах сохранения конкурентоспособности.

Экономичность обратных рейсов можно повысить за счет добавления к поезду продуктов очист-





**Рис.** 7. Потери энергии на транспортировку газа в газопроводе при начальном давлении 7,5 МПа и различных степенях сжатия

ки газа при использовании (газовый конденсат, нефть, вода) и вагонов с другими товарами и материалами (сырье, местная продукция, военные дислокации, научные и строительно-технические перевозки).

Использование морского транспорта всегда отличалось от других видов низкой стоимостью. Кроме классических [5] судов-газовозов для СУГ и контейнеровозов существует возможность буксировки сборок контейнеров непосредственно по воде (рис. 8).

Такая схема имеет много преимуществ:

- неограниченное количество контейнеров;
- в случае аварии или шторма существует возможность отсоединения сборки контейнеров и ее

управляемого погружения для защиты от океанских волн;

- судно может везти дополнительные грузы;
- использование на небольших водных артериях с малой глубиной, болотах и для малых морских газовых месторождений (рис. 9).

Такая технология приемлема как для мощных морских газовых месторождений [(Штокмановское, Северное/Южный Парс — супергигантское нефтегазовое месторождение, крупнейшее в мире (см. Викепедия))], так и для небольших или истощенных, а также для нефтяных с наличием сопутствующего газа.

Чтобы построить магистральный трубопровод для транспортировки газа, нефти или другого жидкого или газообразного продукта, необходимо иметь уверенность, что такой продукт есть или скоро появится на одном конце этой магистрали, а на другом конце найдутся его покупатели. Строительство магистрального трубопровода вещь не дешевая. Кроме того, трубопроводы с горючими и газообразными веществами могут взрываться, принося вред людям и окружающей среде. Поэтому в окупаемость этой магистрали следует включать и затраты на ликвидацию возможных катастроф. А главное: построенный магистральный трубопровод должен приносить прибыль. В первую очередь тем, по чьей земле проложены эти магистральные трубопроводы. Поэтому все в торговле нефтью или природным газом начинается с определения варианта его транспортировки к потребителю в соответствии с разными технико-экономическими вариантами [6]. А в стоимость нефти и природного

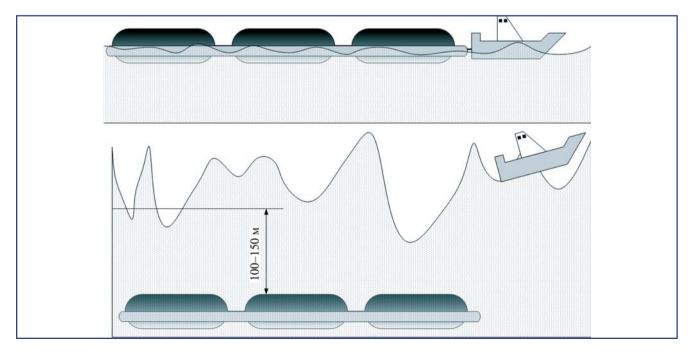


Рис. 8. Схема буксировки контейнеров морем



Рис. 9. Схема транспортировки газа при разработке морских газовых месторождений

газа, кроме расходов на их добычу, значительной составляющей входят затраты их на транспортировку. Оптимальный выбор возможен только в условиях широкого выбора этих вариантов и возможности их воплощения.

Классическая модель прогнозирования и выбора оптимального транспорта представлена на рис. 10.

Сделаем предположение необходимости транспортировки газообразного углеводородного сырья в объеме 100 тыс. м³/сут по существующим МГ, МН и распределительным трубопроводам на расстояние 100 км и 100 км средствами местных транспортных перевозчиков и сети газопроводов низкого давления.

Расход на транспортировку углеводородного сырья насосно-компрессорным оборудованием по стандартным магистралям составляет около 8...12% (среднее значение  $Wcp_mr-10\%$ ) от потока энергоресурсов, по распределительным сетям и сетям низкого давления около 3...5% (среднее значение  $Wcp_mr-4\%$ ). То есть общие расходы условного топлива составляют в среднем 15% в государствах бывшего СССР согласно свидетельствам классических учебников нефтегазового дела и экспертной оценки авторов и их коллег, имеющих промышленный опыт трех десятилетий работы в области. При транспортировке на общее расстояние  $200\ \text{кm}$  ( $100\ \text{кm}$  по  $M\Gamma$  и  $100\ \text{кm}$  по местным се-

Транспортное зонирование

Текущие данные

Данные будущих периодов

База данных

Генерация поездок

Распределение поездок по зонам

Выбор вида транспорта

Распределение поездок по сети

Прогноз на будущий период

**Рис. 10.** Классическая модель прогнозирования и выбора оптимального транспорта

тям) углеводородного сырья с предварительной подготовкой, промежуточной очисткой и повышением давления процента затрат:

Wcp 
$$M\Gamma + W$$
cp  $pM = (10 + 4) / 2 = 7 %.$ 

Расходы на контейнерную перевозку состоят из затрат на закупку, эксплуатацию транспортных средств, а также расходов условного топлива на топливо грузовиков/вагонов железной дороги. Опросы автотранспортных предприятий, занимающихся перевозками нефтепродуктов в Украине, предоставили авторам цифры усредненных затрат топлива в пересчете на сырой легкий нефтепродукт (срлнфт) V топл -30...50 л на 100 км пути. количестве среднем 10...30 тыс км/год, затраты на обновление парка авто в пересчете на сырой легкий нефтепродукт V аморт — 100...140 л на 100 км пути грузовика. Средний показатель расходов на эксплуатацию V экспл — 30...70 л на 100 км пути. Делаем общую усредненную оценку в натуральных единицах:

$$V_{\text{ТОПЛ}}$$
 ср +  $V_{\text{аморт}}$  ср +  $V_{\text{ЭКСПЛ}}$  ср =  $20 + 120 + 50 = 190$  л срлнфт /  $100$  км.

Для 200 км контейнерной перевозки получаем расход срлнфт  $V_{\text{сер\_ум\_топл}}$  :

V ср усл топл = 
$$190 \times 2 = 380$$
 л срлнфт / сут.

При заказе на перевозку ( $V_{\rm cyt}$ ) 100 тыс.  ${\rm Hm^3/cyt.}$ , что может быть сезонной или срочной потребностью небольшого бытового или промышленного потребителя, расход в топливном эквиваленте умножится на необходимое количество грузовиков  $N_{\rm rpy3\_mam}$  (для влажного природного газа будет достаточно двух) или железнодорожных вагонов  $V_{\rm cp\_ycn\_ton\_oбm}$ :

$$V_{cp_ycn_tonn_oбщ} = V_{cp_ycn_tonn} \times N_{rpy3_maii} = 380 \times 2 = 560 \pi \, cpnhфt / cyt.$$



Пересчет сырого легкого нефтепродукта (стабильный конденсат с пропан—бутановой фракциями) на цену природного газа стандартной калорийности по средним рыночным ценам на АЗС и АГНКС Украины в 2010—2012 гг. равен V\_топл\_срлнфт\_добы / V\_топл\_добы = K\_топл\_экв = 1:3,5. Вычисляем условный расход природного газа на 100 км пути при контейнерной перевозке без учета расходов на промышленное компримирование:

$$W_{cp_{KM\Pi}} =$$
=  $V_{cp_{ycn_{TOПЛ_06Щ}}} / V_{cyt} / K_{toПЛ_9КВ} =$ 
=  $(560 \times 3.5) / 100 000 = 2 \%$ .

Для данного примера примем расходы на компримирование 100 тыс. нм<sup>3</sup>/сут. сырого природного газа с помощью устьевого компрессора (от 10... 20 МПа до 40...60 ат.) Опять-таки из промышленной практики в Украине (Шебелинское месторождение, компрессоры "Газджак") W\_cep\_кc = 3...5%.

Суммарные проценты расходов

$$W_{K\Pi\Gamma} = W_{Cp_{KM\Pi}} + W_{Cp_{KC}} = 2 + 4 = 6\%$$
.   
 $W_{K\Pi\Gamma} = W_{Cp_{KM\Pi}} + W_{Cp_{KC}} = 2 + 4 = 6\%$ .   
 $(W_{K\Pi\Gamma} - KOHTEЙHEPHAЯ ПЕРВОЗКА ГАЗА;$    
 $W_{Cp_{KM\Pi}} - YCJOBHЫЙ РАСХОД ПРИРОДНОГО ГАЗА НА 100 КМ ПУТИ ПРИ КОНТЕЙНЕРНОЙ ПЕРВОЗКЕ БЕЗ УЧЕТА РАСХОДОВ НА ПРОМЫШЛЕННОЕ КОМПРИМИРОВАНИЕ; 
 $W_{Cp_{KC}} - PАСХОД НА ПРОМЫШЛЕННОЕ КОМПРИМИРОВАНИЕ).$$ 

То есть, при наличии срочных и сезонных изменений в логистике неподготовленного газа к потребителю в объеме от 100 тыс.  $\mathrm{Hm}^3/\mathrm{cyt}$  на расстояние 200 км технология КПГ по стоимости является конкурентоспособной и даже по отдельным технологическим и экологическим аспектами лучше.

К тому же при использовании систем дискретного и целевого газоснабжения значительно уменьшается риск допустить ошибку при составлении контрактов на газоснабжение и планировании газовых потоков. Поэтому мобильность и динамичность этой формы транспорта, а также значительная гибкость объемов газа предлагаемого к перевозке делают контейнерную перевозку конкурентной по отношению к ГТС. Примером этому могут быть последние претензии России к Украине за недобор законтрактованного к закупке газа.

Кроме того, следует учитывать технические расходы и риски, связанные с диагностикой, ремонтом и модернизацией "газовой трубы" и всего оборудования на ней. Любая техническая проблема может вывести очень значительные мощности и участки ГТС и осложнить выполнение контрактных обязательств, при том, что контейнерные перевозки значительно меньше уязвимы к таким ос-

ложнениям, ведь вывод в ремонт даже целого поезда не повлияет на общие перевозки так, как остановка целого газопровода.

В мире, кроме государственных компаний, на газовом рынке все больший вес приобретают независимые финансовые игроки — товарно-сырьевые биржи, газовые трейдеры, газотранспортные консорциумы. Этому очень способствует интенсивное развитие таких финансовых инструментов, как свои соглашения, фондовый рынок, инвестиционные фонды.

Для таких агентов гибкость технической системы газоснабжения, оперативность ввода новых мощностей и возможность оперативной переориентации газовых потоков играет решающую роль.

Следует отметить, что сама форма добычи, подготовки и транспортировки природного газа с помощью контейнеров различной емкости несет в себе большой потенциал диверсификации путей, средств транспортировки и использования газа, значительно расширяет возможности коммерцилизации газотранспортных поставок в Европу, позволяет применять такие варианты финансирования, которые не подходят для гигантских газотранспортных контрактов. Все это позволяет распространить географию газодобывающей промышленности, увеличить глубину разработки как "классических" газовых месторождений, так и месторождений с трудно добывающими запасами (такими как залежи сланцевого газа). Открывается доступ как к мелкому бизнесу (например, производство зажигалок или спреев), так и к среднему бизнесу (тепловые сети) или производств государственного назначения (газоснабжение службами МЧС в районы стихийных бедствий).

На поздней стадии эксплуатации месторождений, а также для удаленных малодебитных скважин минимальным требованием станет установление мобильного специализированного компрессорного оборудования, которое, по крайней мере, достаточно широко распространенно на нефтегазовом рынке, производится уже сегодня многочисленными компаниями.

Очень показателен пример рыночных процессов в Украине. При годовой перекачке газа через Украинскую ГТС 179 млрд м³ расход топливного газа составляет 6 млрд м³ (3,3%). При удачном использовании альтернативных видов транспортировки газа эта цифра может быть ощутимо снижена, ведь структура потребителей газового рынка очень многогранна, а ГТС предназначена для транспортировки гигантских объемов газа. Удачная интеграция в систему газоснабжения альтернативных видов транспортировки может дополнить украинскую ГТС и сделать ее более конкурентоспособной [7]. Особенно это видно по графикам



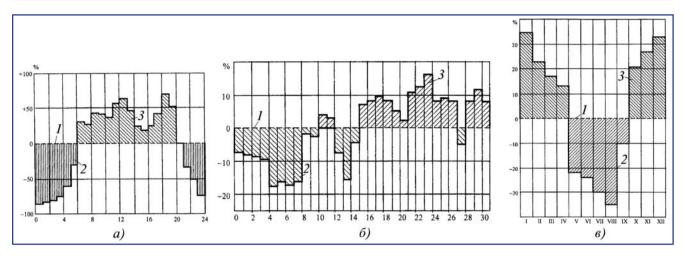


Рис. 11. Графики колебания потребления газа: a — суточный;  $\delta$  — месячный (декабрь);  $\epsilon$  — годовой сезонный

колебания уровней потребления газа [7]. Ведь уровень потребления газа имеет свою цикличность которая зависит от фазы суток (рис. 11, а), суток месяца (рис. 11,  $\delta$ ), даже месяца в году (рис. 11,  $\delta$ ).

Эти колебания перекрываются изменением режимов работы газовых хранилищ Украины, но мощность оборудования ГТС настолько велика, что очень сложно использовать ее для реагирования на все изменения спроса малых и средних газовых потребителей. Кроме того, формирование новых динамических газовых источников и рынков газа делает "газовую трубу" очень уязвимой к мировым колебаниям спроса на газ. Поэтому у контейнерного способа транспортировки газа с уменьшенной металлоемкостью (из труб большого диаметра) есть значительный рыночный сегмент на газовом рынке Украины и неплохие перспективы развития в мире.

#### Выводы

- 1. Становятся более выгодными перевозки сырых и подготовленных газообразных сжатых углеводородов не только морем и автомобильным транспортом, но и железнодорожными путями.
- 2. От большинства газоконденсатных месторождений на поздней стадии эксплуатации можно перевозить природный газ высокого давления, полученный с помощью компрессора на газодобывающем промысле. При этом промышленному потребителю во многих случаях требуется только снизить давление до необходимого уровня (например, путем редуцирования).
- 3. В период исследования новых месторождений (до разведки и до разработки с включением новых земель) или их отдаленных блоков перево-

зить продукцию высокого давления грузовиками и дооборудованной железной дорогой стало выгоднее (в условиях повышения цены газа), чем сжигать и отчислять экологические штрафы.

- 4. Разработка универсальных средств контейнерной перевозки углеводородной продукции приобретает стратегическое значение для многих добывающих и транзитных государств мира.
- 5. Экономически обоснованные расстояния контейнерной транспортировки газа увеличиваются до 200...500 км на сухопутных магистралях.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. 6 с.
- 2. Пат. 34473 Україна. (19) UA (11) 34473 (13) U (51) 7 Е21В43/00. Спосіб видобутку і підготовки природного газу / Ю.Л. Фесенко, І.М. Фик, О.М. Шендрик. u200803684; заявл. 24.03.2008; опубл. 11.08.2008. Бюл. № 15.
- 3. Пат. 38010 Україна. МПК(2006) F17С 5/00. Пристрій для підготовки і транспортування природного газу / Ю.Л. Фесенко, І.М. Фик, О.М. Шендрик. u200803681; заявл., 24.03.2008; опубл. 25.12.2008. Бюл. № 24.
- 4. Козаченко А.Н. Энергетика трубопроводного транспорта газов: учебное пособие. М.: ГУП "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2001. 400 с.
- 5. Зайцев В.В., Коробанов Ю.Н. Суда-газовозы. Л.: Судостроение, 1990. 304 с.
- 6. Кологривов М.М. Інфраструктура і режими експлуатації систем газонафтотранспорту: Навчальний посібник. Видавницькій центр ОДАХ. 2009. 60 с.
- 7. Фик І.М., Фик М.І. До питання вибору базових стратехнічного переозброєння газотранспортних підприємств із енергетичної точки зору // Нафтова і газова промисловість. 2008. № 6. С. 41-44.

## ОБРАЗОВАНИЕ ВОДНО-МЕТАНОЛЬНОЙ ФРАКЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**В.Г. Щанкина,** мл. научн. сотр., **В.И. Шаркина,** канд. техн. наук, ведущий научн. сотр. ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР",

В.В. Меньшиков, д-р техн. наук, профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва

В статье обобщен материал по образованию водно-метанольных смесей (фракций) в различных областях промышленности: в нефтехимической, нефтегазовом комплексе. Приводится классификация загрязнений промышленных реакционных вод, характеристики основных методов очистки сточных вод.

Ключевые слова: метанол, водно-метанольная фракция, очистка реакционных вод.

## EDUCATION WATER-METHANOL FRACTION IN VARIOUS INDUSTRIES

Schankina V.G., a post-graduate student, junior researcher LLC "NIAP-Catalyst", Sharkina V.I., candidate of technical sciences, senior researcher – LLC "NIAP-Catalyst", Menshikov V.V., professor, doctor of technical sciences, professor of "Processes and Equipment of Chemical Technology" MUCTR

The article summarizes the material for the formation of water-methanol mixtures (fractions) in various fields of industry: in the petrochemical, oil and gas sector. A classification of industrial pollution of waters of the reaction, the characteristics of the main methods of wastewater treatment.

Keywords: methanol, water-methanol fraction, water purification reaction.

Все более широкие масштабы приобретает использование метанола, с дальнейшим расширением производства теперь связывают не только обеспечение сырьем традиционных химических производств (формальдегида, диметилтерефталата, метиламинов, метилметакрилата) [1], но и решение актуальных проблем энергетики, транспорта.

Метанол-ректификат выступает в качестве полупродукта для многих промышленных синтезов, основной расход приходится на производство формалина, уротропина, уксусной кислоты и продуктов метилирования. Наибольшее количество метанола (~50 %) уходит на производство формальдегида. Метанол является метилирующим агентом при производстве таких веществ, как: метилметакрилат, диметилтерефталат, некоторые виды пестицидов. Метиловый спирт — это сырье для получения таких продуктов, как метиламин (~9 % от всего выпускаемого метанола), уротропин, пентаэритрит [2].

В нефтехимической промышленности основное потребление метанола приходится на производство изопрена через формальдегид и изобути-

лен, а также производство метилтретбутилового эфира (МТБЭ).

В нефтегазовом комплексе метиловый спирт применяется в качестве ингибитора гидратообразования. При добыче газа в районах Крайнего Севера в перекачиваемый газ необходимо добавлять метанол, это предотвращает закупорку подземных газохранилищ и магистральных газопроводов кристаллогидратами. Образование твердых гидратов газа и связанные с этим пробки в системах газо- и нефтедобычи происходят, когда молекулы воды, образуя вокруг молекул природного газа своего рода клетки, формируют структуру, внешне напоминающую лед. Чаще всего гидратообразованию подвержены такие газы, как азот, углекислый газ, сероводород и легкие углеводородные газы (от метана до гептанов). В зависимости от состава газа и давления газогидраты формируются при температуре до 30 °C, при которой в газе сохраняются молекулы воды. Применение метанола в качестве ингибитора гидратообразования обусловлено оптимальным набором необходимых свойств, доступностью и дешевизной. В качестве ингибитора для



этих целей практически не применяется помимо метанола любое другое вещество [2].

Метанол-сырец широко используется в газовой промышленности при добыче и транспортировке природного и попутного газов, для испытания новых скважин и скважин после капитального ремонта и частично для осушки природного газа.

В металлургии и в производстве аммиака метанол является важным, экономически эффективным сырьем для получения водорода и синтез-газа, которые необходимы в данных отраслях.

Большим спросом метанол стал пользоваться на аммиачных установках [2].

При всем широком ассортименте использования метилового спирта в промышленности необходимо помнить, что метанол - очень ядовитое вещество, имеющее II класс опасности [2]. Метиловый спирт – крайне токсичное соединение, его попадание в окружающую среду недопустимо. При попадании в воду метанол снижает содержание в ней О2 вследствие окисления метанола, повышенное содержание метанола в воде отрицательно сказывается на нормальной жизнедеятельности водного объекта, тормозит процессы нитрификации. Концентрация выше 4 мг/дм<sup>3</sup> влияет на санитарный режим водоемов, 200 мг/дм<sup>3</sup> тормозит биологическую очистку сточных вод. Удалить его из водометанольных фракций обычными методами, включая дистилляцию, крайне сложно [3].

Присутствие метанола в сбросовой воде строго регламентируется различными инструкциями. При всех условиях водоотведения сточных вод содержание метанола в них не должно превышать нормативной величины (не более 50 ppm). В сбросовые воды метанол поступает с промышленными водами производств основного органического синтеза, синтетического каучука, пластмасс, искусственных волокон, лаков, красок, лекарственных препаратов, предприятий по переработке твердого топлива и др. Содержание метанола в загрязненных поверхностных водах может достигать десятых долей и даже единиц миллиграммов в кубическом дециметре [4].

Загрязнение сбросовых вод можно классифицировать следующим образом: механическое — повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений; химическое — наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия; бактериальное и биологическое — наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей; радиоактивное — присутствие радиоактивных

веществ в поверхностных или подземных водах; тепловое — выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных электростанций [5].

В зависимости от количества сточных вод и состава загрязнений могут применяться различные методы обработки: механические, химические, физико-химические, физические, биохимические и комбинированные [6].

Механические методы, как правило, используются на первой стадии предварительной очистки и предназначены для удаления взвесей. Сооружения механической очистки-решетки, отстойники, фильтры, разного вида уловители (например, нефтеловушки, основанные на разности плотности воды и нефти; где всплывающие на поверхность воды нефтепродукты собирают и удаляют для дальнейшего использования). Как правило, механическая очистка предназначена для подготовки сточных вод к дальнейшей очистке (химической, физико-химической, биологической).

К химическим методам относится нейтрализация кислот и щелочей, которую проводят, пропуская сточные воды через доломит, магнезит и известняки. Нейтрализация необходима для предупреждения коррозии металлов водоотводящих сетей и очистных сооружений.

Физико-химические методы основаны на свойствах поверхности некоторых веществ (например, угля) поглощать (адсорбировать) примеси вредных веществ; иногда таким поверхностно активным веществом является слой почвы. Физико-химические методы особенно важны при очистке производственных сточных вод. Ниже приведены основные методы физико-химической очистки промышленных вод [6].

- 1. Сорбция выделение из сточной воды растворенных в ней органических веществ и газов путем концентрации их на поверхности твердого тела либо путем поглощения вещества из раствора, или смеси газов твердыми телами или жидкостями, или, наконец, путем химического взаимодействия растворенных веществ с твердым телом.
- 2. Экстракция происходит при выделении растворенных органических примесей, находящихся в сточных водах путем обработки последних не смешивающимся с водой растворителем, в котором примеси, загрязняющие воду, растворяются лучше, чем в воде (например, растворение фенола в бутилацетате в 12 раз больше, чем в воде).
- 3. Эвапорация осуществляется отгонкой с водяным паром загрязняющих сточную воду растворенных веществ (например, летучего фенола из сточных вод коксохимических заводов).



4. Ионный обмен — извлечение из водных растворов различных катионов и анионов при помощи ионитов твердых природных или искусственных материалов, практически не растворимых в воде и в органических растворителях, или искусственных смол, способных к ионному обмену.

Технологические схемы очистки сточных вод разрабатываются в зависимости от концентрации загрязнений. Применяются деструктивные методы очистки промышленных стоков, предусматривающие разрушение вредных примесей или их перевод в нетоксичные продукты, и регенеративные, основанные на извлечении и утилизации примесей. Регенерационные методы обработки производственных вод применяются, как правило, для наиболее концентрированных отдельных стоков; такая обработка для слабо концентрированных общих стоков нецелесообразна. При очистке производственных сточных вод, содержащих органические примеси, применяются деструктивные методы. Основным из них является метод биохимического окисления в аэробных или анаэробных условиях. Очищенные по этому методу производственные сточные воды могут быть спущены в водоем с соблюдением санитарно-гигиенических нормативов; нередко они могут быть использованы повторно на технологические нужды.

Биологическая очистка осуществляется путем пропускания сточных вод через биологические фильтры, содержащие сообщества микроорганизмов (бактерии, простейшие, водоросли, грибковые), которые окисляют органические примеси. Основной процесс, протекающий при биологической очистке сточных вод, - это биологическое окисление. Данный процесс осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), состоящим из множества различных бактерий, простейших водорослей, грибов и др., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма). Главенствующая роль в этом сообществе принадлежит бактериям. Очистку сточных вод рассматриваемым методом проводят в аэробных (т.е. в присутствии растворенного в воде кислорода) и в анаэробных (в отсутствие растворенного в воде кислорода) условиях. В тех случаях, когда биохимическая очистка не удовлетворяет повышенным требованиям санитарных или рыбохозяйственных органов, применяется дополнительная обработка сточных вод – доочистка [6].

В случае, когда вышеперечисленные способы не применимы по технико-экономическим показателям, промышленные воды подвергаются выпариванию, сжиганию или закачке в глубокие поглощающие скважины и т. п. Выпаривание отработанных растворов чаще всего применяют при получении товарной продукции (например, в калийной и содовой промышленности) или для уменьшения объема вредных веществ (например, радиоактивных продуктов ядерного расщепления, получающихся на установках атомной энергии). Сжигание применяется для ликвидации особенно вредных сточных вод, содержащих большие количества органических веществ. В европейских странах в последние годы получило распространение, так называемое, мокрое сжигание высоко концентрированных сточных вод кислородом воздуха. Процесс ведется при температуре около 300 °C и давлении около 100 атм и более [6].

Все эти процессы очистки отличаются многостадийностью и сложностью, зависят от многих технических и технологических факторов, и требуют длительных научно-исследовательских работ и изучения имеющегося опыта их внедрения.

В производстве крупнотоннажных химических продуктов — таких как синтез аммиака, паровая конверсия оксида углерода водяным паром, синтез метанола, получение диметилового эфира и высших спиртов, метанол загрязняет сточные воды и продукты данных процессов, являясь побочными продуктом вышеуказанных процессов, при этом образовывая водометанольную фракцию (метанольную воду), с содержанием метилового спирта от 5 до 50 % масс. [7].

Из года в год ужесточаются требования по минимизации образования метанола, как на аммиачных, так и на водородных установках, содержание метанола в них не должно превышать нормативной величины предельно-допустимой концентрации. Метанол присутствует в процессе конверсии монооксида углерода водяным паром в качестве побочного продукта, который крайне не желателен, так как приводит к дополнительному расходу водорода и загрязнению окружающей среды. Он и аминопродукты, оставшиеся в конвертируемом газе, могут отрицательно влиять на последующие технологические процессы: такие как очистка газа от СО, метанирование, синтез аммиака [7].

Желательно избегать образования побочного метанола по следующим причинам:

- 1. Выбросы метанола в атмосферу попадают под законодательство о защите окружающей среды.
- 2. На образование метанола расходуется ценный водород.



- 3. Метанол может вступать в реакцию с аминами с образованием соединений, обладающих резким запахом.
- 4. Метанол может повлиять на качество технологического конденсата.
- 5. Содержание метанола в  $CO_2$  может оказать воздействие на процессы, происходящие далее по технологической схеме [8].

При поставке пропана на экспорт содержание метанола также нормируется [9]. Присутствие метанола в товарных парафиновых углеводородах ухудшает их качество как сырья для нефтехимического синтеза, а также снижает их цену при поставках на экспорт [10].

Очистка от метанола является непременным условием экспорта товарных продуктов (смеси технических пропана и бутана, широкой фракции легких углеводородов) и в ближайшее время будет непременным условием и для отечественного рынка.

Метанол на нефтегазоконденсатных месторождениях (НГКМ) повсеместно используется для предупреждения образования газовых гидратов и их устранения. В промысловых условиях продукцию скважин разделяют на газ, нестабильный газовый конденсат и водометанольную смесь. Водометанольную смесь выделяют из конденсата скважин методом сепарации. Часть метанола, однако, растворяется в газе и в углеводородном конденсате и в некоторых случаях возникает необходимость очистки углеводородных смесей от метанола. Вследствие этого содержание его в попутных и производственных сточных водах может доходить до 30...50 % масс. Отсутствие в ряде случаев методов регенерации и последующего возврата в производство, а также глубокой очистки производственных сточных вод от метанола обходится достаточно дорого, как в финансовом отношении, так и в плане ухудшения экологической обстановки [11].

Из физико-химических методов наиболее исследованы деструктивные способы очистки метанолсодержащих вод [12]. Интересным из них представляется импульсно-пучковой метод очистки сточных вод от органических веществ. Но, для реализации импульсно-пучкового метода, во-первых, всю попутную воду необходимо перевести в парогазовое состояние, во-вторых, метод не гарантирует полной деструкции метанола до конечных продуктов и требует применения дополнительных методов для финишной очистки воды от метанола [13].

Получение синтетических топлив из синтез-газа — все возрастающая сфера промышленной деятельности, в которой моторные топлива получают из альтернативных нефти источников сырья: газ, нефтяные остатки, растительные остатки, бурый уголь, торф и др. Ожидается резкий подъем этой отрасли уже в ближайшее время. Так, в Южной Африке в настоящее время уже получают 5 млн т/год моторных топлив. Интенсивные работы в этом направлении ведутся по всему миру.

Процесс превращения метанола в углеводороды приобрел актуальность в связи с ограниченностью ресурсов нефти и возможностью использования в качестве первичного сырья природного газа и угля. Процесс превращения метанола в углеводороды можно представить схемой:

 $CH_3OH \leftrightarrow CH_3OCH_3 + H_2O \rightarrow C_2 - C_5 + H_2O \rightarrow$  парафины, олефины, ароматические углеводороды.

Метанол превращается в смесь углеводородов при контакте с микропористыми кислотными катализаторами – цеолитами (процесс "MOBIL OIL") и силикаалюмофосфатами [14]. При контакте метанола с катализатором, содержащим цеолит группы пентасилов, при температуре выше 370 °C и объемной скорости около 1 ч-1 достигается конверсия метанола в смесь углеводородов  $C_1 - C_{10}$ (55,0 %) и реакционной воды (~45,0 %), с содержанием метанола ~50 000 мг/дм<sup>3</sup>. В данном процессе очистка реакционной воды представляет сложную технико-экономическую проблему. Так, как по информации фирмы "Mobil", капитальные вложения в очистку промышленных вод от метанола доходят до 30 % от общего объема капитальных вложений в производство синтетических топлив.

Очистка промышленной водометанольной фракции (метанольной воды) может быть осуществлена с применением следующих методов.

- 1. Биологическая очистка метанолсодержащих вод [15]. Но максимальная концентрация метанола, допустимая при этом методе очистки, составляет 30 мг/л. Биологический способ очистки воды эффективен при высоких концентрациях метанола, к тому же, данный тип очистки справляется только с 95 % метанола, остальные 5 % попадают в накопители, что неприемлемо с точки зрения экологической безопасности.
- 2. Сжигание метанола неприемлемо с экономической точки зрения, как высокотемпературный процесс, связанный с большими энергозатратами, незначительное количество метанола может быть выделено адсорбционной очисткой, но его утили-



зация не представляет технико-экономического интереса.

- 3. Использование методов ректификации и огневой рекуперации позволяет регенерировать основную его часть в виде водометанольного раствора, пригодного для повторного использования, но остаточные содержания метанола в сточных водах при этом составляют 60...1300 ppm.
- 4. Возможно этерификацией, с последующей подачей раствора на ионно-обменные смолы.
- 5. Как более простой и рациональный, может быть выбран каталитический способ очистки водометанольной фракции от метанола в процессе его разложения на оксиды углерода и водород. Каталитический способ разложения метанола отличается несложным аппаратурным оформлением, при этом каталитическая очистка имеет ряд преимуществ:
- относительно невысокие капитальные и эксплуатационные затраты;
- возможность использования продуктов разложения:  $H_2$  и  $CO_2$ .

Отсутствие методов глубокой очистки производственных сточных вод от метанола обходится достаточно дорого, как в финансовом отношении, так и в плане ухудшения экологической обстановки. В связи с этим работы, направленные на разработку каталитического способа очистки водометанольной фракции от метанола с доведением остаточной концентрации в промышленных водах до ПДК, являются весьма актуальными.

В работе [16] представлен катализатор, обладающий высокой активностью, селективностью, прочностными характеристиками, необходимыми для проведения данного процесса. Описано формирование его активной каталитической композиции, обусловлены количественные соотношения вводимых  $Al_2O_3$  и  $Cr_2O_3$ . Испытания данного катализатора при атмосферном давлении показали, что выбранная каталитическая композиция при температурах 200, 250, 300 °C и длительности проведения эксперимента 8 часов обуславливает степень разложения метанола 0,921; 0,989 и 0,997 соответственно. Испытания под давлением, проведенные в ОИВТ РАН, показали, что содержание метанола после

проведения реакции ниже предельно-допустимой концентрации и составляет 10...13 ppm.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Бочкарев В.В., Волгина Т.Н.** Перспективные процессы переработки метанола в ценные органические продукты // Химическая промышленность сегодня. 2008. № 3. С. 13–17.
- 2. http://www.ruschemical.com/articles/produkciya/metanol.
  - 3. http://www.aquafilter.ru/water/norma/norma57.htm.
- 4. РД **52.24.423—2006.** Массовая концентрация метанола в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с хромотроповой кислотой.
  - 5 http://www.enviropark.ru.
  - 6. http://kmv-e.narod.ru/index.htm.
- 7. **Комова З.В., Зайцев А.В., Крейндель А.И., Калинчен-ко Ф.В.** Образование метанола в конверсии монооксида углерода водяным паром на медьсодержащих катализаторах // Катализ в промышленности. 2009. № 4. С. 24—30.
- 8. **Катализаторы.** Сборник материалов совещаний и информация предприятий, отечественных и зарубежных фирм. М., 1999. С. 27—31, 75—86.
- 9. **RU 2366643.** Способ каталитической очистки парафиновых углеводородов от примесей метилового спирта.
- 10. **Пропан на экспорт** // Пермские новости. № 45 (1062) от  $10.11\ 2000$  г.
- 11. **Еекиров Т.М., Ланчаков Г.А.** Технология обработки газа и конденсата. М.: Недра, 1999. 332 с.
- 12. **RU 2332251.** Способ каталитического окисления метанола.
- 13. Ахмедов М.И., Омардибиров О.М., Абдуллаев М.Ш. Очистка попутных промышленных вод нефтегазоконденсатных месторождений от метанола // ІІ Международная конференция "Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы". Махачкала. 2010. С. 418—421.
- 14. **Капустин М.А., Нефёдов Б.К.** Технологические процессы получения высокооктанового бензина из метанола. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 47 с.
- 15. **Мурзаков Б.Г., Акопова Г.С., Маркина ПА.** Выделение метилотрофных бактерий из микробиоценоза метанолсодержащих вод // Газовая промышленность. 2006. № 3. С. 23–27.
- 16. **Катализатор** очистки водометанольной фракции от метанола // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. 2013. № 1. С. 20-23.



## СОВРЕМЕННАЯ ГАЗОДИЗЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭСУ-ГДД

С.В. Селиванов, главный конструктор ООО "РариТЭК"

Специалистами предприятия ООО "РариТЭК" совместно с аналитическими и конструкторскими службами завода "КамАЗ" за несколько лет научно-технической и аналитической работы были созданы современные газовые и газодизельные двигатели, отвечающие требованиям ЕВРО-4 и ЕВРО-5. Сегодня эти двигатели и машины с ними начали выпускаться серийно. В статье показан ход работы над конструкциями двигателей, экологические и экономические преимущества их в эксплуатации.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, газодизельные, газовые, компримированный природный газ.

## THE MODERN SYSTEM OF THE ESA-GAZODIZELNAYA CHILD FRIENDLY CITY

Selivanov S.V., chief designer of the company "RariTEK"

The specialists of "RARI TEK" Company, jointly with analytical and R&D divisions of "KamAZ" Auto Plant after several years of scientific, technical and analytical work have created a modern Gas and Gas-Diesel vehicle engine which corresponds with Euro-4and Euro-5 emission norms. Today these engines and vehicles with such engines are in serial production. The article describes how this work was proceeding with an accent on constructive features of these engines and on their ecological and economic advantages.

Keywords: engine of internal combustion, gas-diesel engine, gas engine, compressed natural gas.



Рис. 1. Автомобили КамАЗ-65116, КамАЗ-65115

### 1. Цель работы.

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество автомобилей КамАЗ с турбированными двигателями и механическими регуляторами ТНВД (740.11.240, 740.13.260 и др.).

Традиционные механические газодизельные системы, хорошо зарекомендовавшие себя на безнаддувных модификациях двигателей КамАЗ, бы-

ли применены с небольшими доработками и для турбированных двигателей, но не смогли обеспечить оптимальное соотношение и равномерности подачи запальной дозы дизельного топлива и газовоздушной смеси, что приводит, в отдельных случаях, к возникновению аварийных ситуаций в процессе эксплуатации: детонации и прогару поршней. Учитывая большую популярность механических газодизельных систем, специалистами Рари-





**Рис. 2.** Участок сборки автомобилей газового сервиса ООО "РМЗ РариТЭК"

ТЭК проведена их глубокая модернизация – внедрено электронное управление подачей газа с учетом давления, температуры и режима работы двигателя. Новый газодизельный комплект с электронным управлением получил торговое название "РариТЭК-1-КамАЗ". Штатная дизельная система питания при использовании газодизельного комплекта с электронным управлением подвергается также большим переделкам и дорабатывается до современного уровня - насос заменяется на топливный насос с рейкой, управляемой электромагнитом, на двигателе устанавливаются датчики и исполнительные механизмы - такая дизельная система может обеспечить более высокие требования по выбросам вредных веществ с отработавшими газами. Поэтому на практике комплект газодизельного ГБО с ЭСУ-ГДД "РариТЭК-1-КамАЗ" позволяет двигателю не только работать в газодизельном режиме, экономя при этом дорогостоящее и дефицитное жидкое дизельное моторное топливо, но и существенно улучшает работу дизеля в штатном режиме на дизельном топливе, а за счет встроенных функций оснастить двигатель и автомобиль рядом дополнительных возможностей, повышающих потребительскую привлекательность автомобиля с установленной на него газодизельной системой с ЭСУ-ГДД. Газодизельный комплект "РариТЭК-1-КамАЗ" прошел испытания в НТЦ "КамАЗ" и сертификационные испытания.

## 2. Задача: создание газодизельных систем питания с электронным управлением.

**Традиционные системы.** Традиционные механические системы простые и дешевые обеспечивают работу безнаддувного дизельного двигателя в газодизельном режиме, но не могут оптимально регулировать подачу газа во всем широком диапазоне рабочего процесса двигателя, в процессе длительного периода эксплуатации и меняющихся внешних условий, тем более для современных турбонад-

дувных дизелей. Тем не менее простые и надежные решения и принципы регулирования механических систем легли в основу разработки "Рари-ТЭК-1–КамАЗ".

Использование достигнутого уровня развития: автомобильной электронной промышленностью изготовляются исполнительные механизмы, датчики и другие компоненты электронных систем управления, позволяющие с высокой степенью точности отражать процессы, происходящие в двигателе и адекватно воздействовать на рабочие параметры и характеристики. Имеющиеся электронные компоненты позволяют, используя готовые и разрабатывая на их основе новые, формировать эффективно действующие газовые системы питания.

Решение задачи. В ближайшей перспективе все шире будут использоваться сложные электронные дизельные системы Common Rail и системы непосредственного впрыска в бензиновых двигателях, обеспечивая тем самым абсолютную невозможность применения традиционных механических систем. В такой ситуации переход на электронно-управляемые газодизельные системы — единственное допустимое решение.

Оборудование. Разработка использует серийно выпускаемые автомобильной промышленностью электронные компоненты и диагностическое оборудование, приспособленное для проверки и настройки газодизеля. Серийно выпускаемое оборудование (АСКАН-10 24 В, АКМ2008 Lite) для диагностики и настройки электронных систем, бензиновых двигателей и газовой техники на базе КамАЗ (газовые автомобили и автобусы) адаптировано и для газодизельных систем управления.

Стандартизация. В газодизельной системе управления реализованы международные стандарты электронных систем управления инжекторных и дизельных двигателей. Реализованы стандартизованные дополнительные сервисные функции, например встроенная диагностика, круиз контроль, контроль за работой АБС и моторным тормозом и др.

## 3. Работа газодизельной системы под управлением ЭСУ-ГДД.

Электронный блок управления 1 (ЭБУ) управляет ТНВД и подачей газа по сигналу электронной педали 2, установленной в кабине водителя. Штатный ТНВД с механическим регулятором доработан: крышка, рычаги и грузики регулятора удалены из топливного насоса. Изготовлена оригинальная крышка, в которой установлен привод рейки 3 и датчик положения рейки 4. Дизельное топливо подается через отсечной клапан 6 на котором установлен датчик температуры дизтоплива 5. Водитель нажимает на педаль 2, сигнал поступает в



ЭБУ, блок подает команду передвинуть рейку на требуемую подачу дизтоплива (в дизельном режиме подается полная подача, в газодизельном - запальная). Отсечной клапан выполняет защитную функцию - отключает подачу дизтоплива в случае, когда мотор "уходит в разнос" на повышенные обороты. Датчик температуры корректирует подачу дизтоплива, в частности при пуске (пуск холодного двигателя или прогретого). Датчик синхронизации 7 является основным, если с датчика не поступает сигнал о вращении коленчатого вала, система не работает. В зависимости от подаваемого с датчика синхронизации сигнала корректируется количество подаваемого дизтоплива и соответственно газа и запальной дозы в газодизельном режиме. Датчик температуры охлаждающей жидкости 8 и датчик давления и температуры воздуха 9 нужны для коррекции количества топлива (контроль соотношения топлива и воздуха) в обоих режимах. Датчик температуры газа 13 служит для расчета и коррекции количества газа и разрешения перехода в газодизельный режим после прогрева двигателя и газа. Количество газа, поступающего в двигатель, зависит от угла открытия регуля-

тора подачи газа 11. Регулятором управляет ЭБУ по заложенным в его памяти алгоритмам и сигналу от педали 2. Отсечной клапан 12 выполняет дополнительные защитные функции: прекращает подачу газа в режиме принули-

нительные защитные функции: прекращает подачу газа в режиме принудительного холостого хода, когда необходимо закрыть регулятор подачи газа на высоких оборотах синхронно с отключением подачи дизтоплива. Электромагнитный клапан на входе в редуктор открыт постоянно, при включенной клавише газодизельного режима и включенном ключе зажигания.

## 4. Описание газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД "РариТЭК-1- КамАЗ".

Комплект газодизельного оборудования "РариТЭК-1—КамАЗ" рассчитан на применение с двигателями мощностью от 180 л.с. до 300 моделей КамЗ-740; -7403; -7408; -740.11-240; -740.13-260; -740.30; -740.62-280 и их модификаций.

## 5. Калибровка газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД.

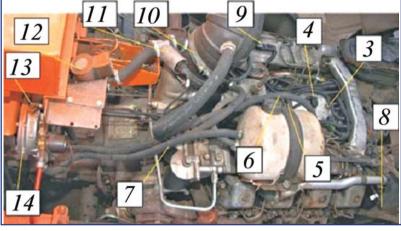
Осциллограф, встроенный в АКМ2004, во время движения автомобиля записывает показания датчиков и



**Рис. 3, 4.** Установка электронной педали



параметры работы двигателя (синий — давление наддувочного воздуха; желтый — подача дизтоплива, мм<sup>3</sup>/цикл; зеленый — обороты к.в. двигателя;



**Рис. 5.** Установка ГБО и датчиков системы управления: 1 — электронный блок управления в кабине автомобиля; 2 — электронная педаль в кабине вместо штатной; 3 — электромагнитный привод рейки ТНВД; 4 — датчик положения рейки ТНВД; 5 — датчик температуры дизельного топлива; 6 — отсечной клапан дизтоплива;

7 — датчик синхронизации, частоты вращения коленчатого вала; 8 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 9 — датчик температуры и давления воздуха; 10 — смеситель газа; 11 — регулятор подачи газа; 12 — отсечной клапан подачи газа; 13 — датчик температуры газа; 14 — редуктор газовый; 15 — крестовина заправочная; 16 — баллоны газовые



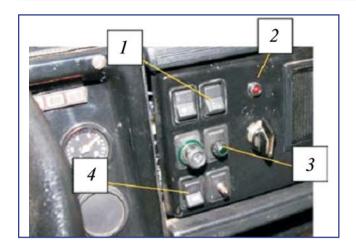
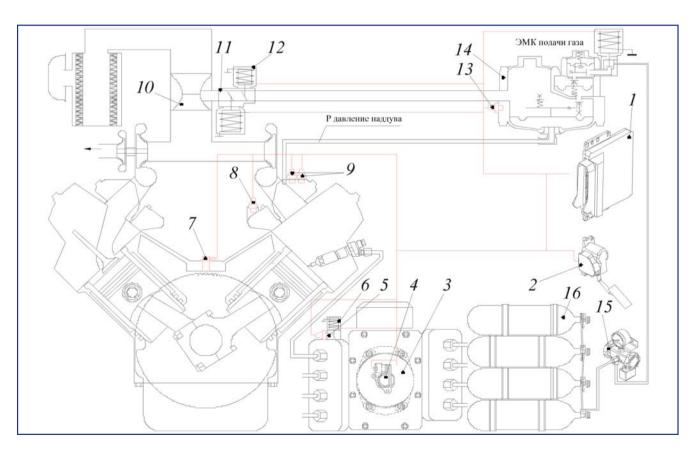


Рис. 6. Панель переключателей автомобиля КамАЗ: 1 — клавиша включения подачи газа; 2 — светодиод режима работы (слабое свечение — дизель, мерцание готовность к переходу на газ, яркое свечение газодизель); 3 — лампа диагностики неисправностей; 4 — клавиша включения фиксированного холостого хода (1 пол 1000 об/мин ускоренный прогрев двигателя, 2 пол 1500 об/мин отбор мощности)

красный — крутящий момент; белый — запальная доза дизтоплива; голубой — подача газа в % открытия газовой заслонки; оранжевый и синий — ход рейки ТНВД). График желтого цвета демонстрирует величину подачи дизтоплива в мм³/цикл, по графику видно изменение подачи дизтоплива при переходе с газодизеля в дизельный режим с  $16 \text{ мм}^3$ /цикл на  $100 \text{ мм}^3$ /цикл на номинальных оборотах  $2200 \text{ мин}^{-1}$ .

Осциллограмма может записывать и сохранять параметры работы двигателя в процессе отладки и существенно упрощает процедуру регулировки за счет наглядного представления основных параметров работы двигателя, позволяет оперативно диагностировать состояние газодизеля во время движения автомобиля, сравнивать работу в дизельном и газодизельном режимах и оптимизировать настройки в условиях офиса на основе анализа сохраненного материала.

## 6. Диагностика и обслуживание газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД.



**Рис.** 7. Схема принципиальная газодизельной системы питания с ЭСУ-ГДД для автомобилей КамАЗ с двигателями 740.11-240, 740.13-260:

1 – электронный блок управления; 2 – электронная педаль; 3 – электромагнитный привод рейки ТНВД; 4 – датчик положения рейки ТНВД; 5 – датчик температуры дизельного топлива; 6 – отсечной клапан дизтоплива; 7 – датчик синхронизации, частоты вращения коленчатого вала; 8 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 9 – датчик температуры и давления воздуха; 10 – смеситель газа; 11 – регулятор подачи газа; 12 – отсечной клапан подачи газа; 13 – датчик температуры газа; 14 – редуктор газовый; 15 – крестовина заправочная; 16 – баллоны газовые



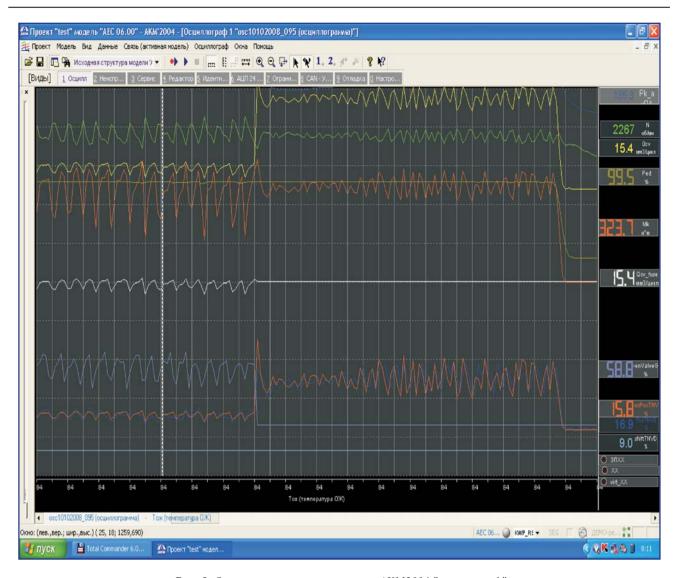


Рис. 8. Окно программного комплекса АКМ2004 "осциллограф"

Диагностика состояния системы управления и отдельных датчиков производится постоянно в процессе работы двигателя со встроенной системой.

После каждого включения зажигания проводится тест диагностической лампой двигателя — лампа зажигается на 3 с. Если диагностическая лампа продолжает светиться более 3 с или зажигается в процессе работы двигателя — это означает, что в системе управления двигателем возникла неисправность. Информация о данной неисправности хранится в электронном блоке и может быть считана в любое время с помощью диагностического прибора или при помощи лампы и кнопки диагностики. После устранения неисправности диагностическая лампа перестает светиться.

Диагностика двигателя с помощью лампы диагностики проводится в следующей последовательности:

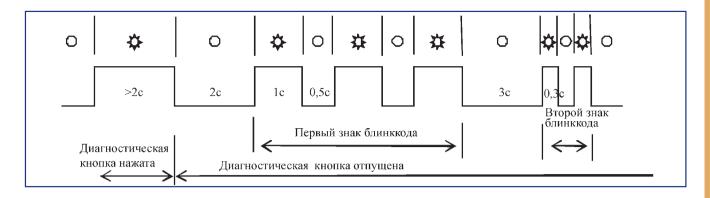
1. Нажать и удерживать кнопку диагностики более 2 с.

- 2. Отпустить кнопку диагностики лампа диагностики начинает индицировать блинккод (двухзначное число) неисправности двигателя в виде нескольких длинных вспышек (первая цифра знака блинккода) и нескольких коротких вспышек (вторая цифра знака блинккода).
- 3. Следующее нажатие кнопки диагностики покажет блинккод следующей неисправности. Таким образом выводятся все неисправности, хранящиеся в электронном блоке. После вывода последней сохраненной неисправности выводится первая неисправность.

Для стирания неисправностей из памяти блока управления при нажатой кнопке диагностики включите зажигание и удерживайте кнопку диагностики около 5 с.

Пример: при физической ошибке датчика температуры наддувочного воздуха (блинккод 32) лампа диагностики просигналит 3 длинные вспышки -1 с, и после 3-секундной паузы 2 короткие вспышки длительностью 0,3 с.





### Например

Описание неисправности	Блинк- код	Ограничения	Порядок устранения неисправ- ности	
Неисправ- ность педали газа	11	$n_{\text{max}} = 1900 \text{ мин}^{-1}$	Проверить подключение педали газа. Обратиться в сервисный центр	
Неисправ- ность датчика атмосферного давления	12	N 200	Можно про- должать движение.	
Физическая ошибка датчи- ка атмосфер- ного давления	13	N <sub>max</sub> ≈ 300 л.с.	Обратиться в сервисный центр	

Переключатель фиксированного ненагруженного холостого хода № 2 на оборотах 1500 или  $2000 \text{ мин}^{-1}$  используется при наличии привода от отбора мощности оборудования.

Круиз-контроль.

Контроль работы сцепления.

Контроль работы тахометра.

Контроль работы тахографа.

Блокировка стартера.

Стояночный и моторный тормоза и АБС.



#### Выводы

Дальнейшее развитие электронных газодизельных систем питания ведется в направлении совершенствования алгоритмов управления, повышения надежности и точности регулирования и разработки специализированных исполнительных механизмов. Ведутся работы по адаптации системы на двигатели отечественного производства. Это, прежде всего, двигатели ЯМЗ — комплект ГБО "РариТЭК-1—ЯМЗ" и двигатели Д-245/247 — комплект ГБО "РариТЭК-1—ЯМЗ" и двигатели Д-245/247 — комплект ГБО "РариТЭК-1—Д245". По результатам маркетинговых исследований, формировании значительного потребительского спроса и наличия большого заказа возможна адаптация на другие модели двигателей как отечественного, так и импортного производства.

Для более детальной диагностики и определения состояния рабочих параметров отдельных исполнительных механизмов и датчиков необходимо воспользоваться диагностическим тестером "АСКАН-10" 24 В. Для работы с газодизелем необходимо прогрузить специальную прошивку. Информацию по тестеру и прошивкам можно найти по адресу http://www.abit.spb.ru/ascan10.htm.

## 7. Дополнительные возможности системы в дизельном и газодизельном режимах:

диагностика неисправностей, кнопка диагностики неисправностей и наличие блинккодов, указывающих на неисправность;

переключатель фиксированного ненагруженного холостого хода № 1 на оборотах  $1000 \, \mathrm{миh^{-1}} \, \mathrm{ис}$ пользуется для ускоренного прогрева двигателя.



# ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЗОТСОДЕРЖАЩИХ МОНОАЛКИЛ (C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>) ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СОЕВЫМ МАСЛОМ МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ХРОМАТОГРАФИИ

М.Н. Амирасланова, Р.В. Алиева, Н.Р. Бекташи, А.М. Мустафаев, Р.А. Рустамов, Ш.Р. Алиева, П.Э. Исаева

Гель-хроматографическим методом исследовано молекулярно-массовое распределение моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидных олигомеров, модифицированных бензогуанамином и продуктов их высокотемпературного взаимодействия с соевым маслом. Изучена зависимость средневесового и среднечисленного молекулярных масс, полимолекулярности исходных компонентов и конечных продуктов от степени модификации олигомера, а также от массового соотношения исходных компонентов. Выявлены закономерности и высказаны предположения о протекающих процессах при взаимодействии олигомеров с растительным маслом.

**Ключевые слова:** моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидные олигомеры, бензогуанамин, соевое масло, гель-хроматография.

# STUDY OF THE MOLECULAR CHARACTERICTICS OF NITROGENOUS MONOALKYL (C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>) PHENOLFORMALDEHYDE OLIGOMERS AND PRODUCTS OF THEIR INTERACTION WITH SOY OIL BY GEL-CHROMATOGRAPHY

M.N. Amiraslanova, R.V. Aliyeva, N.R. Bektashi, A.M. Mustafaev, R.A. Rustamov, Sh.R. Alieva, P.E. Isaeva

By gel-chromatographic method the molecular weight distribution monoalkyl (C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>) phenolformaldehyde oligomers modified by benzoguanamine and products thereof high temperature interaction with soy oil was investigated. The dependence of the weight-average and number-average of molecular weights, polymolecularity of initial components and end products on the extent of the oligomer modification and the mass ratio of the starting components was studied. The regularities were identified and assumptions about the processes occurring in the interaction of oligomers with vegetable oil were made.

 $\textbf{Keywords:} \ \ \text{monoalkyl} \ \ (C_8-C_{12}) \ \ \text{phenol-formaldehyde oligomers, benzoguanamine, soy oil, gel-chromatography.}$ 

Как известно, с целью достижения комплекса свойств фенолформальдегидных олигомеров (ФФО), удовлетворяющих необходимым требованиям, используется их химическая и физическая модификация. Химическая модификация ФФО различными соединениями и использование в составе композиций с различными смолами, маслами и.т.д. улучшает их эксплуатационные свойства, оптимизирует технологию процессов получения и применения олигомеров [1].

Нами исследован процесс модификации ФФО различными азотсодержащими соединениями. Полученные модификаты использованы в составе композиций с различными растительными маслами [2].

В предлагаемой статье приведены результаты гель-хроматографического исследования молекулярно-массового распределения (ММР) моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидных олигомеров (АФФО), модифицированных бензогуанамином



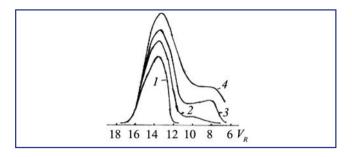


Рис. 1. Динамика изменения ММР АФФО при модификации его БГА:

кривая 1 — исходный АФФО; кривые 2—4 —продукты модификации (АФФО), концентрации [БГА] = 0,1; 0,2 и 0,3 моль соответственно

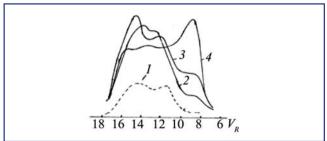


Рис. 3. Динамика изменения ММР продуктов реакции взаимодействия АФФО, модифицированного 0,2 моль БГА и СМ в зависимости от их массового соотношения:

кривая 1 — исходное CM; кривые 2—4 — массовое соотношение МАФФО: CM = 1:3; 1:1; 3:1 соответственно

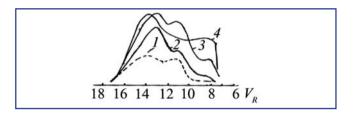


Рис. 2. Динамика изменения ММР продуктов реакции взаимодействия АФФО, модифицированного 0,1 моль БГА и СМ в зависимости от их массового соотношения: кривая 1 — исходное СМ; кривые 2—4 — массовое соотношение МАФФО: СМ = 1:3, 1:1, 3:1 соответственно

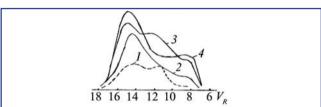


Рис. 4. Динамика изменения ММР продуктов реакции взаимодействия АФФО, модифицированного 0,3 моль БГА и СМ в зависимости от их массового соотношения: кривая 1 — исходное СМ; кривые 2—4 — массовое соотношение МАФФО: СМ = 1:3; 1:1; 3:1 соответственно

(БГА) и продуктов их высокотемпературного взаимодействия с соевым маслом. Модификация АФФО бензогуанамином и получение композиции модифицированных олигомеров МАФФО с соевым маслом (СМ) проведены при различных массовых соотношениях компонентов.

Исходные и конечные продукты были анализированы на высокоэффективном жидкостном хроматографе с рефрактометрическим детектором производства фирмы "Ково" (Чехия) методом эксклюзивной хроматографии [3]. Была использована неподвижная фаза "Separon-SGX" размером 3,3×150 мм, с размером частиц 7 мкм и пор 100 A, а в качестве элюента был взят диметилформамид со скоростью течения 0,3 мл/мин. Анализы проведены при температуре 20...25 °C. При определении ММР параметров калибровочная зависимость  $\lg M$  от  $V_R$  в диапазоне  $M = (1.5 \times 100) \times 10^2$  получена с использованием полиэтиленгликоля в качестве стандарта. Эта зависимость выражается  $V_R = C_1 - C_2 \lg M$ , где  $C_1 = 24,4; C_2 = 4,0.$  Вычисления проведены по уравнениям:

$$\boldsymbol{M}_{W} = \boldsymbol{\Sigma}\boldsymbol{M}_{i}\,\boldsymbol{\omega}_{i} \ ; \quad \boldsymbol{M}_{n} = 1/\boldsymbol{\omega}_{i} \, / \, \boldsymbol{\Sigma}\boldsymbol{M}_{i} \ ,$$

где  $M_i$  — молекулярная масса, соответствующая i площади хроматограммы,  $\omega_i$  — доля площади части i.

На рис. 1 приведена динамика изменения ММР моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидных олигомеров при модификации 0,1...0,3 молями БГА. На рис. 2—4 изображены хроматограммы продуктов реакции взаимодействия алкилфенолформальдегидных олигомеров с соевым маслом при их различных массовых соотношениях.

Значения молекулярных масс и полидисперстности модифицированных бензогуанамином алкилфенолформальдегидных олигомеров и продуктов их взаимодействия с СМ, вычисленные из хроматограмм, приведены в таблице.

Как видно из данных таблицы, модифицированные бензогуанамином моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидные олигомеры состоят из двух: ~3,42...15,0 % высокомолекулярной (6081...9181) и ~85,0...96,58 % низкомолекулярной (497...1095) фракций.

При увеличении числа молей бензогуанамина в рассчете к одному молю моноалкилфенолов от 0,1 до 0,3 в составе олигомеров, средневесовое и среднечисленные молекулярные массы 1 фракции, как правило, увеличиваются, а в соответствующих показателях 2 фракции наблюдается значительная



Молекулярные характеристики продуктов модификации  ${\rm A}\Phi\Phi{\rm O}$  с  ${\rm E}{\rm A}$  (образцы 1, 5, 9) и их продуктов взаимодействия с  ${\rm C}{\rm M}$ 

	Компонентный			Молекулярные характеристики			
Номер образца	и количественный состав образцов	Фракции*	Содержание фракций*, %	$M_W$	$M_n$	$M_W/M_n$	$MM V_{R \text{ (max)}}$
1	[АФФ]:[БГА] — 1:0,1	1	5,96	6081	4327	1,40	10 (4000)
	(моль. соот.)	2	94,04	497	315	1,58	14 (400)
				977	342	2,85	
2	Обр. 1+СМ	1	5,82	11 754	10 624	1,10	8,5 (9440)
	1:3 (масс. соот)	2	25,94	2498	2037	1,23	12 (1260)
	(Massi see 1)	3	68,24	459	312	1,47	14 (400)
				1722	442	3,90	
3	Обр. 1+СМ	1	13,40	11 212	10 237	1,09	8,5 (9440)
	1:1 (масс. соот.)	2	45,82	2422	1550	1,56	12 (1260)
		3	40,78	327	260	1,26	14 (400)
			4,89	2568	528	4,89	
4	Обр.1+СМ	1	14,14	9178	7422	1,24	8,5 (9440)
	3:1 (масс. соот.)	2	85,86	800	387	2,07	14,5 (300)
				2575	484	5,32	
5	[АФФ]:[БГА] — 1:0,2	1	15,0	7661	5226	1,46	9,0 (4000)
	(моль. соот.)	2	85,5	1065	413	2,58	13,75 (460)
				2638	487	5,42	
6	Обр.5+СМ 1:3	1	4,82	10 204	9106	1,12	9,0 (7080)
	(масс. соот.)	2	95,18	942	393	2,40	14,00 (400)
				1504	417	3,60	
7	Обр.5+СМ	1	12,0	10 527	9344	1,13	9,0 (7080)
	1:1 (масс. соот.)	2	40,0	17 942	1265	3,77	12,5 (950)
		3	48,0	245	176	1,39	14,5 (300)
				2252	335	6,72	
8	Обр.1+СМ	1	53,0	7118	4300	1,65	8,5 (8944)
	3:1 (масс. соот.)	2	28,0	771	650	1,19	13,00 (700)
	(Macc. coo1.)	3	20,0	219	201	1,08	15,25 (190)
				4173	688	6,02	
9	[АФФ]:[БГА]—	1	3,42	9189	8076	1,14	9,0 (7080)
	1:0,3	2	96,58	865	380	2,28	14,0 (400)
	(моль. соот.)			1582	414	3,82	
10	Обр. 1+СМ	1	5,94	9892	8858	1,12	9,0 (7080)
	1:3	2	94,06	929	386	2,40	13,5 (530)
	(масс. соот.)		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	1477	410	3,60	(000)
11	Обр.9+СМ	1	13,15	10 453	9280	1,13	8,5 (9440)
11	1:1	2	46,50	1932	1240	1,56	11,5 (1680)
	(масс. соот.)	3	40,35	267	228	1,27	14,5 (300)
			40,33				14,5 (500)
10	05 11 615	4	22.47	2544	504	5,04	0.5 (0.110)
12	Обр.1+СМ 3:1	1	22,47	9547	7563	1,26	8,5 (9440)
	(масс. соот.)	2	77,53	610	308	1,98	14,5 (300)
				2575	484		
13	АФФО	_	_	340	260	1,31	14,25 (350)



Окончание табл.

Номер	и количественный	Фракции*	Содержание фракций*, %	$M$ олекулярные характеристики $M_W \hspace{1cm} M_n \hspace{1cm} M_W/M_n$		$MMV_{R ext{(max)}}$	
14	CM	1	50,54	1471	1241	1,18	10,5 (2985)
		2	49,46	390	350	1,11	14,25 (350)
				936	800	1,17	
15	СМ после окисления	_	_	815	419	1,95	12 (1260)

<sup>\*</sup>Разделение фр. хроматографически, жирные цифры соответствуют общим (100 %) фр.

Примечание: 1. Образцы 13, 14 – исходные компоненты;

2.  $V_R = C_1 - C_2 \operatorname{lgM} (C_1 = 24,4; C_2 = 4,0).$ 

разница в значении средневесовой молекулярной массы. 1 фракция характеризуется более узким молекулярно-массовым распределением: 1,14...1,46 и 1,58...2,58 соответственно. Большая разница в процентных содержаниях высоко- и низкомолекулярных фракций, а также в средневесовых  $(M_W)$  и среднечисленных  $(M_n)$  молекулярных массах отражается на конечных значениях молекулярных масс:  $M_W = 977 - 2638$ ;  $M_n = 342 - 414$ , в том числе ММР имеет более высокие значения -2,85...5,42.

Продукты высокотемпературного взаимодействия азотсодержащих моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидных олигомеров с соевым маслом при их различных массовых соотношениях — 1:3; 1:1; 3:1 — состоят в основном из трех фракций. С увеличением массового содержания олигомеров по отношению к соевому маслу процентное содержание высокомолекулярной — 1-й, а также 2-й фракций повышаются (5,82...14,14 и 25,94...85,86 соответственно), процентное содержание 3-й фракции сначала снижается, а при массовом соотношении олигомера к соевому маслу 3:1 содержание 3-й фракции в основном снижается до исчезновения.

Видимо, появившаяся в хроматограммах конечных продуктов 3-я фракция состоит из сравнительно низкомолекулярной части соевого масла (~49,46 %), которая во время взаимодействия с олигомером, полностью не расходуясь, остается в составе конечного продукта. Предполагается, что при большем массовом содержании олигомера соевое масло полностью вступает в реакцию.

В результате исследования выявлены и другие закономерности:

- с изменением массового соотношения олигомеров к соевому маслу от 1:3 до 3:1 средневесовые и среднечисленные молекулярные массы отдельных фракций в основном снижаются;
- при различных массовых соотношениях олигомеров с соевым маслом полидисперсность отдельных фракций имеет низкие значения ( $\sim 1-2$ ), а

общая полидисперсность имеет более высокие значения ( $\sim$ 3,6...6,7);

- при взаимодействии с соевым маслом с увеличением содержания модифицированных олигомеров (% масс.) общая полимолекулярность в основном повышается:
- при постоянном массовом соотношении модифицированных олигомеров и соевого масла с увеличением количества бензогуанамина средневесовое и среднечисленные молекулярные массы в основном уменьшаются. Это может быть связано с процессами деструкции как олигомерных макромолекул, так и триглицеридов во время их взаимодействия.

Для подтверждения параллельно проведено высокотемпературное окисление соевого масла, в результате чего наблюдалось снижение его молекулярной массы, а также йодного числа (показатели исходного соевого масла:  $M_W = 963$ ,  $M_n = 565$ , йодное число 47,92 мг  $I_2/100$  г, а после высокотемпературного окисления  $M_W = 815$ ,  $M_n = 419$ , йодное число 43,8 мг  $I_2/100$  г), что подтверждает предположение об одновременном протекании процессов деструкции и окисления.

В заключение, в результате исследования ММР продуктов взаимодействия модифицированных бензогуанамином моноалкил ( $C_8$ – $C_{12}$ ) фенолформальдегидных олигомеров с соевым маслом и анализа полученных данных можно предположить протекание процессов деструкции и окисления наряду с процессами соединения олигомерных макромолекул с триглицеридами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Торховский В.Н.** // Вестник МИТХТ. 2010. № 4. С. 70–76.
- 2. **Амирасланова М.Н., Сеидов Н.М., Мустафаев А.М., Рустамов Р.А., Алиева Н.М.** // Азербайджанский Химический Журнал. 2013. № 1. С. 154—159.
- 3. Hou Cai-ying, Ma Guo-Zhang, Jiang Ying-zhong, Shi Hong-cui // Appl. Chem.Ind. 2009. V. 38. № 1. P. 105–107.



## СПИСОК АВТОРОВ РАЗДЕЛА "НАУКА"

**Мамедова Тарана Аслан кызы,** канд. техн. наук, доцент, зав. лабораторией возобновляемых видов топлива

Аскерова Э.Н., научн. сотрудник, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, Баку

**Гасанханова Н.В.,** мл. науч. сотрудник, аспирант, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, Баку

**Латифова Тарана Серафим кызы,** технолог, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана

Алиева Севиль Камил кызы, технолог, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана

**Алиева Зульфия Мехти кызы,** научн. сотрудник, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана

**Алиева Айсель Этибар кызы,** магистр, Институт Нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана

**Шендрик Алексей Михайлович,** ГПУ "Шебелинкагаздобыча", 64250, Харковськая обл., Балаклеевський р-н, п.г.т. Червоный Донець, вул. Октябрьская 9. Тел. (05749) 5-23-47, факс (05749) 5-20-24, e-mail: oilgasua@mail.ru

**Фык М.И.,** канд. техн. наук, НТУ "Харьковский политехнический университет", ул. Фрунзе, 21, Харков, 61002.

Тел. (057) 707-66-00,(057) 700-15-64,

e-mail: mfyk@yandex.ru

**Щанкина Вера Геннадьевна** аспирант, мл. научн. сотр. ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР", тел.: +7 (48762) 7-18-18 (доб. 4-09), e-mail: vesat@yandex.ru

**Шаркина Валентина Ивановна,** канд. техн. наук, ведущий научн. сотр. ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР", тел.: +7 (48762) 7-18-18 (доб. 3-35), e-mail: vesat@yandex.ru

**Меньшиков Владимир Викторович,** д-р техн. наук, профессор кафедры "Процессы и аппараты химической технологии", РХТУ им. Д.И. Менделеева

Селиванов С.В., главный конструктор ООО "РариТЭК"

**Амирасланова Манзер Незамеддин кызы,** канд. хим. наук, доцент, зав. лаб. "Азотсодержащие соединения" Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, г. Баку, 370133, Ени Гюнешли, ж/м А, Б, д. 125, кв. 102. Тел: +99455 348-58-71+99450 877-37-45

Алиева Рейхан Вели кызы, д-р хим. наук, доцент, Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, г. Баку, зав. лабораторией "Полимеризационный катализ", Аz 1065, г. Баку, ул. Б.Багирова, 14, кв. 42

**Бекташи Назим,** ведущ. научн. сотрудник лаборатории "Полимеризационный катализ" Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА

Мустафаев Айдын Мустафа оглы, канд. техн. наук, ст. научн.сотрудник. лаб. "Азотсодержащие соединения" Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, г. Баку Аz 1117, г. Баку. п. Балладжары, ул. Т. Яг-бова, д. 22, кв. 43, т.: 499-06-21

Рустамов Руфат Ашраф оглы, канд. хим. наук, ст. научн. сотрудник лаборатории "Азотсодержащие соединения", Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, Az 1078, г. Баку, ул. А.Саххата, 25, кв. 28

Алиева Шахла Рафик кызы, химик лаб. "Азотсодержащие соединения" Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, г. Баку, Хатаинский р-н, ул. Туршу 9/4

**Исаева Парвана Эйваз кызы**, химик лабор. "Азотсодержащие соединения" Институт нефтехимических процессов (ИНХП) НАНА, г. Баку Аz 1154, г. Баку, ул. И. Гидаят-заде 14, кв. 80

Mamedova Tarana Aslan kyzy, senior research fellow of the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku, PhD Technical. Science

**Askerova E.N.,** research assistant, Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

Gasanhanova N.V., junior researcher, post-graduate student, Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

Latifova Tarana Serafim kyzy, technologist, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

Alieva Sevil' Kamil kyzy, technologist, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

Alieva Zul'fiya Mehti kyzy, research fellow, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

Alieva Aysel' Etibar kyz, master, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

**Shendrik A.M.**, "Sebelinkagazdobycha", тел. (05749) 5-23-47, факс (05749) 5-20-24, e-mail: oilgasua@mail.ru

**Fyk M.I.,** candidate of technical sciences the NTU "Kharkov Polytechnic University", тел. (057) 707-66-00, (057) 700-15-64, e-mail: mfyk@vandex.ru

**Shchankina Vera Gennad'evna**, a post-graduate student, junior researcher, LLC "NIAP-CATALYST",

**Sharkina Valentina Ivanovna,** senior Research Fellow, LLC "NIAP-CATALYST",

**Menshikov Vladimir Victorovich,** doctor of technical sciences, professor of Processes and Equipment of Chemical Technology MUCTR

Selivanov S.V., chief designer of the company "RariTEK"

Amiraslanova Manzer Nezametdin kyzy, leading researcher, candidate of chemical sciences, Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (ANAS IPP)

Aliyeva Reyhan Veli kyzy, candidate of chemical sciences, associateprofessor, head of the «Polymerization catalysis» laboratory, ANAS IPP laboratory

**Bektashi Nazim Rauf ogly,** candidate of chemical sciences, associate professor, senior scientist of the laboratory of the "Polymerization catalysis", ANAS IPP

Mustafaev Aydyn Mustafa ogly, senior researcher, candidate of technical sciences, ANAS IPP

Rustamov Rufat Ashraf ogly, candidate of chemical sciences, ANAS IPP

Alieva Sh.R., post-graduate student, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku

**Isaeva P.E.,** post-graduate student, the Institute of Petrochemical Processes of ANAS, Baku



## "ГАЗПРОМ" ПЕРЕВЕДЕТ ВЬЕТНАМСКИЕ АВТОМОБИЛИ НА ГАЗ

"Газпром" и Petrovietnam договорились о создании на паритетной основе совместной компании для работы в сфере газомоторного топлива на территории Вьетнама.

"Это новое направление нашей работы. Газпром работает на шельфе Вьетнама, добывает газ и мы совместно с вьетнамской государственной нефтегазовой компанией Petrovietnam договорились сегодня о создании совместного предприятия", — пояснил глава Газпрома Алексей Миллер.

Он отметил, что компания ставит задачу поставлять на рынок Вьетнама газомоторное топливо в объеме 500 млн м<sup>3</sup> в год. "Компания сразу начнет работать на всем вьетнамском рынке, хотя первоначально мы думали, что будет выход только на какие-то регионы", — уточнил А. Миллер.

Кроме того, сегодня "Газпром нефть" и Petrovietnam подписали рамочный договор по проекту нефтеперерабатывающего завода Dung Quat об инвестировании в компанию Binhson Refining and Petrochemical Co. и расширении, и модернизации нефтеперерабатывающего завода Dung Quat.

Глава "Газпром нефти" Александр Дюков сообщил журналистам, что подписано пока лишь рамочное соглашение, переговоры продолжаются и компания примет участие в проекте лишь в том случае, если сочтет это выгодным.

Сегодня же президент и председатель правления "Роснефти" Игорь Сечин подписал с главой Реtrovietnam До Ван Хау меморандум о взаимопонимании по возможному приобретению доли участия в договоре о разделе продукции (СРП) в отношении блока 15-1/05 на континентальном шельфе Вьетнама и договор об основных условиях сотрудничества при геологическом изучении, разведке и добыче углеводородов в Печорском море.

Также сегодня "Зарубежнефть" подписала с Petrovietnam меморандум о развитии сотрудничества в рамках проекта совместной компании "Русвьетпетро". Согласно документу стороны намерены развивать сотрудничество по следующим направлениям: поиск и реализация оптимальной стратегии разработки сложных месторождений, применение новых технологий разработки и эксплуатации месторождений, оптимизация схемы обустройства и эксплуатации месторождений блоков Центрально-Хорейверского поднятия с целью повышения экономической эффективности проекта и т.д. Как сказал глава "Зарубежнефти" Сергей Кудряшов, сейчас на блоках Центрально-Хорейверского среднесуточный уровень добычи составляет свыше 8 тыс. т нефти. В 2012 г. там было добыто 2,09 млн т, в 2013 г. планируется добыть 2,8 млн т. С 2014 г. "Русвьетпетро" рассчитывает выйти на ежегодную добычу свыше 3 млн т.

Все документы были подписаны в рамках официального визита в Ханой президента РФ Владимира Путина в присутствии главы российского государства и президента Вьетнама Чыонг Тан Шанга.

Напомним, что в преддверии прибытия В. Путина в Ханой в ведущих печатных изданиях Вьетнама была опубликована статья президента РФ под названием "Россия—Вьетнам: вместе к новым рубежам сотрудничества". В статье, в частности, отмечалось, что проекты в сфере энергетики и нефтегазовой отрасли играют "ключевую роль в развитии российско-вьетнамской промышленной и инвестиционной кооперации".

"Наращивают свое присутствие в СРВ "Роснефть" и Газпром. Проекты, которые они реализуют, связаны с разработкой углеводородов, модернизацией нефтеперерабатывающих мощностей, поставкой во Вьетнам сжиженного природного газа с российского Дальнего Востока. Особо отмечу, что сотрудничество в нефтегазовой сфере носит взаимный, встречный характер. В Ненецком автономном округе Российской Федерации успешно функционирует совместное предприятие "Русвьетпетро". Большие ожидания связываем с деятельностью другого СП — "Газпромвьет", которое приступило к освоению месторождений нефти и газа в Оренбургской области и других российских регионах", — отмечается в статье В. Путина.

Напомним также, что президент "Роснефти" Игорь Сечин принял участие в открытии в Екатеринбурге X Форума межрегионального сотрудничества РФ и Казахстана, где в присутствии В. Путина и президента Казахстана Нурсултана Назарбаева подписал с председателем правления казахстанской госкомпании "КазМунайГаз" Сауатом Мынбаевым и президент компании "КазТрансОйл" Каиргельды Кабылдином предварительный договор транспортировки нефти через территорию Казахстана и соответствующие гарантии.

Creonenergy Newsletter





# "ГАЗПРОМ ГАЗЭНЕРГОСЕТЬ" РАЗМЕСТИТ НА СВОИХ АЗС МОДУЛИ ПО ЗАПРАВКЕ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

Вопрос экономической целесообразности и технической возможности размещения модулей заправки КПГ/СПГ на каждой заправочной станции будет решаться отдельно.

Председатель Совета директоров ОАО "Газпром", председатель правления — генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Виктор Зубков и генеральный директор ОАО "Газпром газэнергосеть" Андрей Дмитриев подписали соглашение о размещении модулей по заправке природным газом на автозаправочных станциях ОАО "Газпром газэнергосеть".

Согласно документу, стороны планируют совместно реализовать комплекс мер по развитию газомоторной инфраструктуры. В первую очередь усилия будут направлены на размещение модулей заправки сжатым и сжиженным природным газом (метаном) на традиционных АЗС и АГЗС ОАО "Газпром газэнергосеть".

Компании планируют совместно работать над увеличением парка транспорта на газомоторном топливе и развитием сети объектов инфраструктуры в регионах присутствия.

ООО "Газпром газомоторное топливо" — единый оператор по развитию рынка газомоторного топлива в России. Компания создана в декабре 2012 г. при участии ОАО "Газпром". Целью компании является расширение использования метана в качестве моторного топлива, который, по сравне-

нию с традиционными видами топлива, является более экологичным, экономичным и безопасным.

ООО "Газпром газомоторное топливо" сотрудничает с федеральными и региональными властями, финансовыми институтами, производителями техники на метане и газобаллонного оборудования. Одной из первоочередных задач компании является строительство новых и модернизация существующих объектов газомоторной инфраструктуры. Инвестиционная программа компании на 2013—2014 гг. запланирована в размере 13,8 млрд руб. и включает в себя строительство и реконструкцию 99 объектов газомоторной инфраструктуры.

ОАО "Газпром газэнергосеть" — специализированный оператор ОАО "Газпром" по реализации нефтепродуктов, сжиженного углеводородного газа (СУГ), серы и гелия. "Газпром газэнергосеть" также реализует сырье для нефтехимических предприятий, продукты нефтехимии, пропеллент, газобаллонное оборудование и другую продукцию. Компания управляет оптовыми и розничными активами по реализации СУГ и нефтепродуктов в 17 регионах Российской Федерации.

• • • • • • • • • • • • • • •



# "ГАЗПРОМ" И "СОЛБУС" СНАБДЯТ ВАРШАВУ И ОЛЬШТЫН АВТОБУСАМИ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Муниципальная транспортная компания "Миеские заклады аутобусове" (M3A, Miejskie Zaklady Autobusowe) приняла решение расширить свой парк на 35 двухсекционных машин, работающих на сжиженном природном газе (СПГ).

"Газпром Германия", дочерняя компания "Газпром экспорта", а также польский производитель автобусов "Солбус" вкладывают свой опыт и инвестиции в развитие проектов использования природного газа на транспорте на рынке Польши. В октябре этого года компании уже ввели в эксплуатацию первые в Европе 11 СПГ-автобусов в польском городе Ольштыне.

Компания "Солбус", ее дистрибьютор "Лидер трейдинг" и "Газпром Германия" успешно приняли участие в открытом тендере, организованном властями Варшавы. Они смогли убедить муниципальную транспортную компанию столицы в экологических и экономических преимуществах использования газа в качестве моторного топлива. "Солбус" поставит МЗА инновационные автобусы с двигателями на СПГ, а "Газпром Германия" обеспечит поставки этого топлива и необходимые инвестиции в заправочную инфраструктуру.

"Автобусы, использующие природный газ, — это действительно эффективное решение, позволяющее сделать общественный транспорт в Польше экологически безопасным. Газомоторное топливо значительно дешевле. Кроме того, его использование делает нас менее зависимыми от нефти", — заявил представитель МЗА Адам Ставицкий.

"Роль природного газа для общественного транспорта растет, так как это топливо имеет очевидные экономические преимущества и существенно сокращает вредные выбросы. Поэтому мы вместе с нашим польским партнером "Солбус" стремимся убедить будущих потребителей в привлекательности газомоторного топлива", — подчеркнул директор по развитию бизнеса компании "Газпром Германия" Тимо Ферс.

Природный газ может применяться в качестве моторного топлива в сжиженном виде (СПГ) при температуре -161 °C. СПГ имеет те же экологические характеристики, что и компримированный природный газ (КПГ), который уже зарекомендовал себя в качестве моторного топлива во многих европейских странах. Природный газ — одна из признанных многообещающих альтернатив дорожающим бензину и дизельному топливу. Двигатели на природном газе ра-



ботают значительно тише и выбрасывают до 25 % меньше углекислого газа.

Проект использования СПГ-автобусов в Польше — это часть деятельности Группы "Газпром", направленной на поддержку европейской стратегии по созданию чистого, надежного и экономически доступного транспорта.

Gazprom Germania GmbH со штаб-квартирой в Берлине — это дочернее общество крупнейшей в мире газодобывающей компании ОАО "Газпром", расположенной в Москве. С момента своего учреждения в 1990 г. Gazprom Germania GmbH эволюционировала в международную группу, объединяющую примерно 40 компаний в более чем 20 странах Европы, Азии и Северной Америки. Основные направления деятельности компании включают в себя хранение и сбыт природного газа, а также реализацию природного газа для использования на транспорте. Численность персонала компании составляет 1200 человек, 200 из которых работают в штаб-квартире в Берлине. Совместно со стратегическими партнерами Gazprom Germania GmbH обеспечивает надежные, экологичные, бесперебойные поставки энергии в Европу.

Компания "Солбус" – это польская семейная компания-производитель автобусов, стоящая в одном ряду с самыми известными компаниями-производителями автобусов в Европе. Компания специализируется на проектировании и производстве современных, экологичных городских автобусов, работающих на природном газе. "Солбус" выпускает продукцию трех основных видов: городские автобусы, междугородные автобусы и автобусы дальнего следования. Компания "Солбус" использует машинокомплекты и комплектующие международных поставщиков, таких как Cummins, Iveco, ZF и Voith. Все транспортные средства компании отвечают строгим европейским стандартам безопасности и природоохранным нормам. В "Солбусе" работает около 150 человек. Основная производственная площадка компании, расположенная в Солец-Куявски, занимает площадь в 8 тыс. м<sup>2</sup>. "Солбус" сотрудничает с опытными конструкторами из Польши и других стран для разработки конструкций новых автобусов.



### ГАЗОВЫЕ КАМАЗЫ ДЛЯ СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЫ

Дмитрий Ожегов, главный специалист по маркетингу направления ГБО ООО "РариТЭК"

ОАО "КамАЗ" представил руководству Санкт-Петербурга и Ленинградской области технику, работающую на газомоторном топливе: грузовики, автобусы, грузопогрузчики, уборочную технику и др.

"РариТЭК"и "КамАЗ" приняли участие в Конференции по применению компримированного природного газа в качестве моторного топлива для автотранспорта и Презентации газомоторной ав-







тотехники, которые прошли 18 и 19 сентября 2013 г. в Санкт-Петербурге.

В рамках конференции на площади Растрелли были показаны следующие модели газомоторных КамАЗов:

- 1. Мусоровоз CMZL-9G на базе КамА3-4308;
- 2. Самосвал КамАЗ-6520-34:
- 3. Автобус городской НефАЗ-5299-30-31;
- 4. Автобус городской НефАЗ-5299-40-51 с ДВС Даймлер;
  - 5. Автобус пригородный НефАЗ-5299-10-31;
- 6. Газовый заправщик (ПАГЗ) на базе полуприцепа с седельным тягачом КамАЗ-65116-34, работающим на сжатом и сжиженном метане.

После презентации образцов, серийно выпускаемой газомоторной автотехники в Доме правительства Ленинградской области, глава региона Александр Дрозденко и генеральный директор ОАО "КамАЗ" Сергей Когогин подписали меморандум о сотрудничестве по расширению использования в Ленинградской области техники, работающей на газомоторном топливе, в частности в сфере поставок камазовских автобусов пассажироперевозчикам Ломоносовского и Гатчинского районов.

В ходе состоявшейся позже пресс-конференции Сергей Когогин отметил, что подписание соглашения с Ленинградской областью станет важным шагом в продвижении газобаллонной техники: "Санкт-Петербург и Ленинградская область — стратегически важное направление в расширении географии продаж камазовской газобаллонной техники. "КамАЗ" сегодня обладает достаточным потенциалом для того, чтобы помочь перевести на газ не менее 50 % общественного транспорта", — сказал руководитель "КамАЗа".

ОАО "КамАЗ" на сегодня имеет солидный багаж в создании и реализации газомоторных грузовиков: в прошлом году компания продала 300 единиц техники с газобаллонным оборудованием, а в этом году заключены контракты на поставку более 1000 "газовых" КамАЗов.

Использование природного газа в качестве моторного топлива выгодно не только владельцам автопарков, которые смогут снизить расходы на эксплуатацию техники, но и всем жителям города и области. Метан — самое безопасное и экологически чистое топливо, применение которого позволит значительно сократить объем вредных выбросов в атмосферу.



### ДЕЛЕГАЦИЯ ГЛАВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РТ В РАРИТЭКЕ



Компанию РариТЭК посетила многочисленная делегация представителей муниципальных образований Республики Татарстан, которую возглавлял заместитель министра сельского хозяйства РТ Талгат Тагирзянов. В делегацию помимо 18 руководителей исполнительных комитетов вошли: заместитель директора представительства ОАО "КамАЗ" в г. Казань Виктор Антонченок, ведущий советник отдела нефтедобычи и нефтепереработки от Минпрома РТ Руслан Сикорский и заместитель директора Казанского филиала ООО "Газпром газомоторное топливо" Александр Карпов.

Данная встреча прошла в рамках научно-технической конференции, проводимой ОАО "КамАЗ", и Министерством промышленности и торговли Республики Татарстан.

Цель посещения компании РариТЭК — ознакомление с возможностями производства и уровнем сервисного сопровождения газобаллонных автомобилей КамАЗ и автобусов НефАЗ. Участников делегации встречал Генеральный директор Группы Компаний "РариТЭК" Рафаэль Батыршин.

В рамках встречи руководство "ООО РариТЭК" презентовало гостям Газовый сервисный центр, в частности:

- 1. Цех по обслуживанию ГБА КамАЗ.
- 2. Тормозной стенд МАНА.
- 3. Стоянка газомоторной техники.
- 4. Стенд ремонтного ДВС и обкатки газовых ДВС.

5. Пост аккумуляции и делегации газа.

Затем участники делегации ознакомились с Мобильным Сервисным Центром (ангаром), предназначенным для хранения и технического обслуживания автотехники, также были представлены 3 типа блочных газовых заправок с различной мощностью.

Заместитель генерального директора "Рари-ТЭК" по продажам и развитию Альфред Гатиятов презентовал учебный центр, в котором проходит обучение по комплексной программе "Особенности устройства, эксплуатации, ТО, диагностики и текущего ремонта автомобильной техники КамАЗ (НефАЗ), работающих на компримированном природном газе (метане)", с последующей выдачей документов установленного образца.

Презентация "Автомобили, работающие на компримированном природном газе. Модельный ряд. Опыт эксплуатации" раскрыла гостям идею и перспективы использования метана в качестве моторного топлива. В заключение встречи был показан видеоролик "Модельный ряд КамАЗ" с участием трех газомоторных автомобилей: Мусоровоз СМZL-9G на базе КамАЗ-4308, Бортовой автомобиль КамАЗ-65117-34 с блочной газовой заправкой и городской полунизкопольный автобус НефАЗ-5299-30-31.

Зам. министра по сельскому хозяйству РТ Тальгат Галимзянович Тагирзянов проинформировал представителей районов о Федеральной программе Министерства сельского хозяйства РФ по субсидированию закупки сельскохозяйственной техники. Причем сумма субсидий на газомоторный транспорт значительно больше, чем на дизельный. Также при реализации данной программы будут выделены и дополнительные субсидии из бюджета Республики Татарстан.

Все автомобили КамАЗ и автобусы НефАЗ с газовыми двигателями выпускаются серийно, имеют необходимые сертификаты и одобрения типа транспортного средства.

За 2013 г. создано более 40 моделей автомобилей и спецтехники на газомоторных шасси КамАЗ для всех отраслей народного хозяйства.



## НОВИНКИ ГАЗОМОТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: КАМАЗ – АВТОПОЕЗД ЗЕРНОВОЗ 68902C С ПРИЦЕПОМ 83703G



Газобаллонный автопоезд зерновоз 68902С на базе KaмA3-65117-34 предназначен для перевозки зерновых культур.

Топливная система автомобиля оснащена 8 баллонами объемом 100 л каждый, по 4 баллона горизонтально слева и справа на раме. Общий объем баллонов составляет 800 л и вмещает 160 м<sup>3</sup> сжатого природного газа при давлении 200 атм.

Самосвальная установка цельнометаллическая, сварная, коробчатого типа. Нижние боковые борта подвижные, могут открываться с верхней навеской или нижней навеской на 120°.

На шасси КамАЗ-65117-34 установлен 300-сильный газовый двигатель КамАЗ, оснащенный турбонаддувом, ОНВ, с электромагнитным дозатором, распределенным впрыском и с искровым зажиганием.

При полной массе 38 т автопоезд, использующий в качестве моторного топлива исключительно сжатый природный газ метан, способен двигаться со скоростью не менее 80 км/ч. А наличие спального места в кабине позволяет увеличить плечо пробега автопоезда без дополнительных расходов. Тормозная система камазовского шасси оснащена антиблокировочной системой и отвечает современным требованиям безопасности дорожного движения.

Входящий в состав автопоезда самосвальный прицеп 83703G грузоподъемностью более 20 т разгружается на обе боковые стороны и назад.

Данная модель — результат совместного труда специалистов ООО "РариТЭК" и ООО АПХ "Штурман Кредо+". Основным видом деятельности последней является проектирование, производство и реализация спецтехники собственного производства на шасси КамАЗ, Mercedes, Mitsubishi Fuso, Isuzu, Volvo.

#### Справка об автомобилях КамАЗ, соответствующих стандартам EBPO-4

#### Газовый двигатель

Выхлопные газы автомобилей КамАЗ, двигатели которых работают на природном газе, содержат меньше двуокиси углерода и угарного газа соответственно на 25 и 80 %. Отсутствие таких веществ, как сера, сажа и свинец, в выхлопных газах считается одним из важнейших достоинств метана в качестве топлива.

В общем, отработанные газы двигателей на метане практически на 60 % менее вредны для здоровья человека, к тому же они фактически не содержат в своем составе канцерогенных веществ. Двигатели КамАЗ, функционирующие на метане, содействуют сокращению многих неблагоприятных и опасных явлений. Среди таковых: кислотные дожди, смог и парниковый эффект.

#### Новая оптика

Мощные головные и противотуманные фары обеспечивают хорошую видимость даже в сложных дорожных условиях. Защитная решетка предохраняет фары от повреждений.

#### Новые щитки подножек

Противоскользящие накладки обеспечивают безопасное использование подножек.

#### Новая облицовочная панель

Уменьшает внешний шум двигателя. Дефлекторы направляют воздушный поток, сохраняя ручки дверей чистыми. Новая облицовка буфера из ударопрочного пластика способствует пассивной безопасности участников движения.

#### Трехщеточный стеклоочиститель

Позволяет очищать >90 % поверхности лобового стекла.



# Городской низкопольный газобаллонный автобус НефАЗ-5299-40-51

Модельный ряд газобаллонных муниципальных автобусов НефАЗ пополнила очередная новинка от Нефтекамского автомобильного завода.

Автобус 1-го класса НефАЗ-5299-40-51 с 100 % низкопольностью предназначен для перевозки пассажиров по городским маршрутам. В автобусе имеется 25 сидений, а также участки вне прохода, предназначенные для стоящих пассажиров. Автобус оборудован системой ECAS, аппарелью и площадкой для одной инвалидной коляски.

Отдельно расскажем про ECAS — электронную систему управления уровнем пола для автобусов с пневматической подвеской.

Ее основные полезные функции:

- повышенная комфортность езды за счет низкой жесткости подвески и невысокой собственной частоты;
- постоянный дорожный просвет вне зависимости от загрузки;
- точное и зависящее от загрузки автобуса управление тормозной системой;
- функция книлинга опускание одной стороны автобуса для облегчения выхода/посадки пассажиров.

Отопление пассажирского салона жидкостное от системы охлаждения двигателя и независимого подогревателя на газовом топливе.

Газовый двигатель от компании Mercedes-Benz развивает 280 л.с. и соответствует экологическому уровню EBPO-5. Выхлопные газы двигателя, работающего на метане, содержат меньше двуокиси углерода и угарного газа, соответственно, на 25 и 80 %, в отличие от дизельного двигателя. Отсутст-





вие таких веществ, как сера, сажа и свинец, в выхлопных газах считается одним из важнейших достоинств метана в качестве топлива.

В общем, отработанные газы двигателей на метане практически на 60 % менее вредны для здоровья человека, к тому же они фактически не содержат в своем составе канцерогенных веществ. Двигатели, функционирующие на метане, содействуют сокращению многих неблагоприятных и опасных явлений. Среди таковых: кислотные дожди, смог и парниковый эффект.

Автобус прошел все необходимые сертификационные испытания с получением одобрения типа транспортного средства (ОТТС).

•••••



## СИБУР ПРОДАЕТ КОМПАНИИ RAIL GARANT ПАРК ВАГОНОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СУГ



СИБУР заключил с транспортным холдингом Rail Garant соглашение о продаже принадлежащего компании парка вагонов для перевозки сжиженного углеводородного газа (СУГ).

Закрытие сделки ожидается после получения всех необходимых одобрений, в том числе со стороны регулирующих органов.

Собственный парк СИБУРа по перевозке СУГ состоит из 4364 вагонов-цистерн. Сумма сделки составит 11.5 млрд руб.

По условиям соглашения после завершения сделки Rail Garant передаст весь приобретенный парк в управление "СИБУР-Трансу" — транспортному оператору СИБУРа. Половина парка будет передана в аренду, вторая половина может использоваться "СИБУР-Трансом" в рамках договора на оказание услуг по обеспечению компании подвижным составом для перевозки продукции. Договоры заключаются на 6 лет. Таким образом, СИБУР сохраняет возможность осуществлять гарантированные перевозки собственной продукции в необходимых объемах при возврате ранее инвестированного в создание вагонного парка капитала.

"СИБУР-Транс" продолжает работу в составе СИБУ-Ра для обеспечения надежности перевозок продукции компании, функционирования и развития путей необщего пользования.

В настоящее время подвижной парк "СИБУР-Транса" состоит из 13113 вагонов-цистерн для перевозки СУГ, в том числе 4364 собственных и 8749 арендованных и привлеченных. Кроме того, в собственности и управлении "СИБУР-Транса" находятся 3870 вагонов-цистерн для перевозки продуктов нефтехимии, 2013 контейнеров-цистерн для перевозки СУГ, 386 контейнеров-цистерн для перевозки наливных грузов, 16 единиц универсального подвижного состава. "СИ-БУР-Транс" также управляет более 330 км путей необщего пользования.

Группе Rail Garant сделка позволит стать крупным • игроком на растущем рынке перевозок сжиженного уг-

леводородного газа и гарантирует полную загрузку парка в условиях сложившегося на сегодня профицита вагонов.

Операционный парк для перевозки СУГ Группы Rail Garant в настоящее время составляет 1500 вагонов-цистерн и 1608 танк-контейнеров. Также в управлении Группы находится 6132 нефтебензиновые цистерны и 1953 танк-контейнера для перевозки жидкой химии.

## "ЯМАЛ СПГ" БУДЕТ ПОСТАВЛЯТЬ РЕТРОСНІМА НЕ МЕНЕЕ З МЛН Т СПГ В ГОД

Соглашение между ОАО "Ямал СПГ" и китайской PetroChina International предусматривает поставку не менее трех миллионов тонн СПГ в год, сообщил глава "НОВАТЭКа" Леонид Михельсон.

По его словам, все детали согласованы. Контракт будет подписан после принятия инвестрешения. "Базовые условия, точки — все определено", — сказал он, отвечая на вопрос, утверждена ли цена поставок.

Крупнейший российский независимый производитель газа НОВАТЭК и СNPC подписали условия соглашения купли-продажи газа с проекта Ямал-СПГ, предусматривающего строительство завода по производству сжиженного природного газа на Ямале. Также главы компаний согласовали базовые условия купли-продажи СПГ между ОАО "Ямал-СПГ" и компанией PetroChina International.

НОВАТЭК и китайская CNPC 5 сентября подписали договор о купле-продаже 20 % акций проекта "Ямал СПГ". Сделку планируется закрыть до 1 декабря 2013 г. Китайская сторона брала на себя обязательства оказать содействие в привлечении внешнего финансирования проекта от китайских финансовых институтов. Соглашением также предусмотрено заключение НОВАТЭ-Ком долгосрочного контракта на поставку СПГ в Китай в объеме не менее 3 млн т СПГ в год.

Партнером НОВАТЭКа по "Ямалу СПГ" также является французская Total, которой принадлежит 20 % в проекте. Михельсон говорил, что компания, помимо соглашения с СNРС, обсуждает возможность продажи еще 9 % в проекте "Ямал СПГ" и ведет переговоры с компаниями Азиатско-Тихоокеанского региона.

"Ямал СПГ" реализует проект по строительству завода по производству сжиженного природного газа мощностью 16,5 млн т в год на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения. Проект предусматривает также создание морского порта в поселке Сабетта, строительство танкерного флота ледового класса. Первый танкер из порта предполагается отправить в 2016 г.



## В КАРЕЛИИ ПОСТРОЯТ КОМПЛЕКС ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПГ



Глава Карелии Александр Худилайнен провел совещание с инвесторами по строительству в республике комплекса по производству сжиженного природного газа.

Проект планирует осуществить компания "Криогаз" при поддержке ОАО "Газпромбанк", представители которых приняли участие во встрече с главой республики. Также на совещании присутствовали заместитель главы Карелии — министр строительства, ЖКХ и энергетики Олег Тельнов, заместитель министра экономического развития Семен Мануйлов и глава Прионежского района Алексей Лучин.

Сжиженный природный газ сегодня находит все большее применение в мире. Он используется для газификации коммунального хозяйства, промышленных предприятий, коммерческого автотранспорта в тех местах, куда невозможно подвести газопровод. Новый перспективный вид топлива экономически выгоден по сравнению с мазутом, позволяет повысить эффективность работы котельных. Немаловажным фактором является сохранение экологической чистоты при его применении.

Как рассказали представители ОАО "Газпромбанк", компания "Криогаз" сегодня успешно работает в Ленинградской области и возводит аналогичные заводы под Калининградом.

Комплекс по производству сжиженного природного газа в Карелии создается для поставок топлива потребителям республики и Мурманской области. Завод планируется разместить в Прионежском районе поблизости от существующего газопровода. Общий объем инвестиций составит порядка 3 млрд руб. Запуск производства намечен на 2016 г. На первоначальном этапе мощность завода составит 150 тыс. т сжиженного природного газа в год. На предприятии создадут около 40 рабо-

чих мест. Также в Карелии планируется организация транспортной компании, которая займется доставкой сжиженного природного газа потребителям, и предоставит дополнительные рабочие места еще для 50 человек. Инвесторы особо отметили, что на проектируемом заводе станут применять технологии замкнутого цикла производства. Таким образом, предприятие не нанесет вред окружающей среде.

Александр Худилайнен предложил инвесторам одновременно со строительством завода начать проработку вариантов использования сжиженного природного газа не только в промышленности, но и в коммунальном хозяйстве отдаленных районов Карелии, которые не попадают в программу газификации ОАО "Газпром". Строительство современных газовых котельных на экономически выгодном топливе в северных районах Карелии позволит решить многочисленные проблемы, существующие в местном жилищно-коммунальном хозяйстве.

На совещании обсуждались различные организационные вопросы реализации важного для республики инвестиционного проекта. В ближайшее время планируется подписать соглашение между Правительством Карелии и ЗАО "Криогаз".

Для оказания помощи инвесторам Глава Карелии назначил куратора проекта со стороны министерства строительства, ЖКХ и энергетики, а также предложил главе Прионежского района Алексею Лучину оказать содействие компании.

"Тема газификации очень важна для Карелии. В нашей протяженной республике есть много поселков, куда не протянуть магистральный газопровод, поэтому использование сжиженного природного газа поможет решить коммунальные проблемы таких населенных пунктов", — сказал Александр Худилайнен.

www.rcc.ru



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОГО ЗАВОДА СПГ НА САХАЛИНЕ НАЧНЕТСЯ УЖЕ В 2014 ГОДУ



Губернатор Сахалинской области Александр Хорошавин провел заседание рабочей группы по вопросам строительства еще одного завода СПГ на Сахалине.

В нем приняли участие заместитель председателя регионального правительства Сергей Хоточкин, вице-президент ОАО "НК "Роснефть" Влада Русакова.

По поручению губернатора областное правительство в настоящее время предметно работает с компаниями "Роснефть" и "Эксон Мобил" по вопросам реализации проекта создания завода по сжижению природного газа на Сахалине. С этой целью создана совместная трехсторонняя рабочая группа.

В течение 2013—2014 гг. "Роснефть" и "Эксон Мобил" запланировано завершить проектные работы, включая выбор технологии сжижения и определение основных требований к оборудованию, выполнить инженерные изыскания, разработать проектную документацию в соответствии с российскими стандартами для завода СПГ, а также провести оценку воздействия производства на окружающую среду. Планируемая мощность нового завода составит 5 млн т сжиженного газа в год с перспективой расширения в будущем.

В ходе сегодняшнего заседания рабочей группы речь шла о выборе площадки под строительство нового производства. Как было отмечено, наиболее привлекательным, экономически целесообразным местом размещения такого завода является район с. Ильинского на юго-западном побережье Сахалина, где в ближайшие годы планируется построить Сахалинскую ГРЭС-2, создать мощную социальную инфраструктуру (поселок, социальные объекты). К этому месту будет подведена новая асфальтовая дорога. Эта площадка также подходит для строительства завода СПГ по нормам сейсмической безопасности. Окончательное решение о месте расположения нового производства и применяемых технологиях сжижения газа планируется принять до конца года.

Предварительно определено, что инвесторы займутся проектированием завода в начале 2014 г., а его строительством — в первой половине 2015 г.

www.rcc.ru



# "ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ" ВПЕРВЫЕ ПРИМЕНЯЕТ ДВУХУРОВНЕВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ УТИЛИЗАЦИИ ПНГ



Внедрить инновацию позволило использование микротурбин фирмы "Capstone" на основе газотурбинной электростанции (ГТЭС).

На первом этапе, за счет утилизации газа в микротурбинах, вырабатывается электроэнергия, которая направляется на производственные нужды цеха добычи нефти и газа. На втором этапе переработки продукт горения от утилизации газа поступает в котлы, генерирующие тепловую энергию для отопления и горячего водоснабжения отдельного объекта цеха — установки предварительного сброса воды "Баклановка".

ГТЭС расположена в ЦДНГ № 8 и оснащена 4 микротурбинами. Суммарная мощность электростанции составляет почти 0,8 МВт. Это позволит перерабатывать более 2 млн м³ газа и вырабатывать 700 кВт электроэнергии в год, которая будет направляться на производственные нужды цеха.

В ближайших планах — внедрение микротурбин электрической мощностью 600—1000 кВт. Сегодня мощность турбин составляет 65 и 200 кВт.



## НОПОВ СОБИРАЕТСЯ ПРОДАВАТЬ В ЕВРОПЕ ВОДОРОДНЫЕ АВТОМОБИЛИ



Компания Honda со своим седаном FCX Clarity является одним из немногих производителей, серийно выпускающих автомобили на топливных элементах. На автосалоне в Лос-Анджелесе японцы продемонстрируют концепт FCEV, намекающий на новое поколение седана, использующего альтернативный источник энергии.

Концепт должен будет продемонстрировать направление развития дизайна экологичных моделей Honda и неизменность намерений самой компании. "Honda FCEV подтверждает нашу направленность на разработку автомобилей с альтернативными источниками энергии", — заявил вице-президент американского подразделения Honda Майк Аккавитти.

Какие именно технологические инновации реализованы на концепт-каре, пока не уточняется. Зато представители Honda уже успели заявить, что разработают серийную модель на основе Honda FCEV уже к 2015 г. Более того, в Honda намереваются приучить к водородным технологиям и покупателей Старого света: в отличие от нынешнего поколения Honda FCX Clarity новое будет продаваться не только в Японии и США, но и в Европе.



Тем временем Hyundai начала сборку водородной версии кроссовера i×35

Помимо концепт-кара Honda обещает показать в Лос-Анджелесе и обновленное семейство Civic 2014 модельного года. Правда, вероятнее всего, речь идет о модификации Civic для рынков Северной Америки.

### KIA БУДЕТ ПРОДАВАТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ SOUL ПО ВСЕМУ МИРУ

Во второй половине этого года компания Кіа планирует начать продажи своего первого глобального электромобиля, который построен на базе компактного кроссовера Кіа Soul. Обещано, что электрокар станет оптимальным транспортным средством для города благодаря рекордному запасу хода.

Технические характеристики Kia Soul EV в целом традиционны для небольших современных электромобилей: он оснащен 110-сильным электромотором и ускоряется до 100 км/ч за 12 с при максимальной скорости в 145 км/ч. А вот благодаря емким литий-ионным батареям и системе рекуперации энергии торможения запас хода электрокроссовера достигает 200 км на одной зарядке, и в Kia уже называют этот показатель рекордным для сегмента.

Восстановить энергозапас аккумуляторов можно двумя способами. При подключении электромобиля к бытовой электросети зарядка займет около 5 ч, но Kia Soul EV снабжен еще и гнездом, рассчитанным на нагрузку в 100 кВт.

При его использовании на пополнение запаса энергии уйдет всего 25 мин.

Производитель особо отмечает высокий уровень акустического комфорта в салоне, достигнутый в том числе и за счет использования особых звукоизолирующих материалов. Однако, чтобы появление электромобиля не стало сюрпризом для пешеходов, Kia Soul EV снабжен системой имитации звука двигателя. Правда, работает она только на скоростях менее 20 км/ч.

В настоящее время несколько закамуфлированных прототипов Kia Soul EV проходят испытания в исследовательском центре Kia в Корее, а также на дорогах Европы и Северной Америки. К слову, исходя из заявления производителя о глобальном характере новинки, можно сделать вывод о намерении Kia продавать электрокроссовер и в нашей стране.

Pronowosti.ru





## VOLVO ПРЕДЛАГАЕТ ХРАНИТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В ДВЕРЯХ И НА КРЫШЕ

Компания Volvo готовится произвести настоящую революцию не только в сфере производства электромобилей, но и в мировом автопроме в целом. Скандинавы заняты превращением кузовных деталей автомобилей... в аккумуляторные батареи.

Одна из основных проблем современных электрокаров — большие и тяжелые аккумуляторы. По информации портала Autocar, инженеры Volvo видят решение в созданном ими инновационном материале, который способен запасать электроэнергию не хуже нынешних батарей. Вдобавок у этого материала, состоящего в том числе из углепластика и полимерных смол, есть еще одно достоинство — он пластичен. И если аккумулятор может быть только источником энергии, то из нового материала можно сделать, к примеру, кузовные детали, которые одновременно будут хранилищем для электричества.

Как утверждают представители Volvo, применение нового материала обеспечит не только экономию места, но и 15 % снижение веса электромобилей. По предварительным расчетам использование в качестве батарей

дверных панелей, крыши и капота позволит электрокару запастись энергией примерно на 130 км пробега. Однако даже "аккумуляторной" крышки багажника будет достаточно, чтобы избавить современный автомобиль от привычных батарей. Подзарядить крышу или капот можно традиционным способом — от обычной розетки или с помощью системы рекуперации энергии торможения.

На лабораторные испытания новой разработки скандинавам потребовалось около трех лет, а сейчас инженеры Volvo перешли к полевым тестам. На дороги Швеции вышел S80, у которого часть кузовных деталей заменена новейшим энергосберегающим материалом. Когда именно подобные технологии появятся в серийном производстве и в каком качестве они будут применяться, производитель пока не уточняет.

Стоит отметить, что помимо Volvo в проекте участвовало еще девять разработчиков, но интересы автомобильной индустрии представляла только шведская компания.

АвтоВести.

Вести ру

### **МЕТАНОВЫЙ ТРАНСПОРТ: НУЖЕН УЧЕТ**



В транспортной системе России началась метановая революция. По решению Правительства России наметился перевод значительной части государственного и муниципального транспорта на метановое газомоторное топливо.

#### Взрывоопасная дорога

Но, кроме сети автозаправок и технологических сервисов, должна быть создана и эффективная система безопасности, основным элементом которой должна стать единая система учета и контроля баллонного хозяйства. Когда несколько миллионов контрафактных баллонов с компримированным взрывоопасным газом под давлением 200...250 атм окажется на дорогах, возникнет множество социальных и репутационных проблем.

В открытых источниках вопрос о безопасности компримированного топлива практически не обсуждается, и это говорит о том, что пока никто не осознает серьезность проблемы. Метан, будучи природным газом, — один из самых дешевых видов топлива. Кроме его осушения, не требуется никаких манипуляций, чтобы использовать в промышленности и транспорте. Это фактически готовый





продукт, который напрямую из скважины можно закачивать в топливные баллоны, установленные на автомобилях. Пропан — еще один вид газомоторного топлива. В отличие от метана — это продукт нефтедобычи. Его получают при утилизации ПНГ, что, как правило, достаточно дорогостоящее мероприятие.

Единственное техническое преимущество пропана перед метаном — способность перехода в жидкое состояние при обычной температуре. Метан переходит в жидкое состояние только при охлаждении до —162 °C. В промышленности и транспортной сфере используется не сжиженный, а компримированный метан, закачанный под давлением 200...250 атм в металлические, металлопластиковые или композитные баллоны.

Учитывая, что метан легче воздуха и при небольших утечках рассеивается в окружающей среде, основные риски в метановой газомоторной отрасли относятся к качеству автомобильных баллонов и организации контроля при их эксплуатации на всех стадиях жизненного цикла.

#### Существует ли проблема?

Риски, связанные с газомоторным топливом, не надо преувеличивать, но и недооценивать их нельзя. Баллон с компримированным газом — по сути, опасный производственный объект. Поэтому их производители и монтажные организации попадают в сферу интересов Ростехнадзора в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576—03), а также ряда других отраслевых документов. Одно это говорит о существенных рисках.

Имели место в России и взрывы метановых баллонов на автотраспорте. Один из нашумевших случаев произошел в мае текущего года в Москве. Лишь по счастливой случайности никто не постра-

дал. Однако ситуация может серьезно ухудшиться с ростом автопарка, работающего на газомоторном топливе.

Отметим, что по данным 2012 г. на пропане в России ездило 1,4 млн автомобилей, в то время как на метане – только 86 тыс. Потенциал отечественного рынка можно оценить, исходя из мировых тенденций. В последние годы мировой парк метановых автомобилей ежегодно увеличивался приблизительно на 20 %. Их серийно производят Mercedes, BMW, Volvo, FIAT, Volkswagen, Ford, Honda, Opel, Renault и другие автопроизводители. Сегодня в Аргентине около 2 млн метановых автомобилей. Около 2 млн транспортных единиц на компримированном газе эксплуатируются в странах—членах Азиатско-Тихоокеанской газомоторной ассоциации (Австралия, Индия, Китай, Корея, Новая Зеландия, Пакистан, Таиланд и Япония).

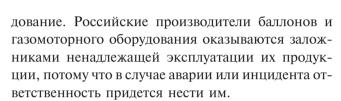
С учетом государственной политики в России и основных трендов в нефтегазовом секторе мы очень скоро выйдем на этот уровень. Председатель правительства РФ Дмитрий Медведев в мае 2013 г. подписал распоряжение, которое ускорит перевод государственного и муниципального транспорта на компримированный газ. Предприятия за счет установки газомоторного оборудования на устаревший автопарк элементарным образом решают проблему обеспечения экологического стандарта "Евро-4". С учетом падения спроса на европейском рынке на российский газ отечественный рынок и газомоторная тематика стали интересными и для ОАО "Газпром", тем более что по некоторым оценкам емкость российского рынка компримированного газа составляет около  $70 \text{ млрд } \text{м}^3.$ 

"КамАЗ" и "АвтоВАЗ" заявили о том, что готовят к производству автомобили, работающие на метане. Тема становится интересной бизнесу, а любой рынок на стадии формирования — "дикий". Отсутствие системы регулирования и контроля, единого контролирующего органа может привести к появлению на дорогах России миллионов "бомб на колесах". Кроме самого контрафакта, прогнозируется и возможность ненадлежащей эксплуатации, просрочки переосвидетельствования баллонов.

Напомним, в России нет единой системы контроля эксплуатации газомоторного оборудования и баллонов. Ни организации, занимающиеся техническим осмотром автотранспортных средств, ни страховщики, ни автозаправочная инфраструктура, ни государственные надзорные органы не знают, где и как эксплуатируется газомоторное обору-







#### Международный опыт

Нет никакой необходимости "изобретать велосипед". Есть страны с развитой метановой отраслью и с соответствующей практикой. Необходимо адаптировать ее к российской действительности и создать единую электронную базу, где будет фиксироваться все, что происходит с газомоторным оборудованием, начиная от производства (или ввоза в страну) и заканчивая периодическим техническим осмотром и испытаниями.

Интересен опыт Аргентины, где не было ни одного взрыва автомобильных баллонов в течение последних девяти лет. Это время в стране действует программа по созданию единого реестра газобаллонного оборудования, эксплуатируемого в транспортном секторе. Жизненный цикл каждого баллона надежно контролируется и находится в рамках установленных правил.

## Система организации контроля выглядит следующим образом:

- основу составляет Единая национальная организация по контролю за газом, содержащая Центральную электронную базу данных по всем контролируемым объектам;
- все метановые баллоны ставятся на учет в единой форме;



- сервисные, монтажные компании вносят в базу данные об установке на транспорт газобаллонного оборудования;
- транспортные средства (TC) помечаются сервисными компаниями голографической наклейкой на переднем стекле, свидетельствующей об исправности газобаллонного оборудования;
- владелец ТС обязан проходить ежегодный техосмотр газобаллонного оборудования и наклеивать новое свидетельство (на лобовое стекло). Автозаправочные станции не имеют права заправлять автомобиль без такого свидетельства;
- при наступлении срока переосвидетельствования баллоны демонтируются и проходят процедуру проверки по единому регламенту в сертифицированных мастерских. Отчет о результатах проверки направляется в базу данных.

Система за девять лет продемонстрировала эффективность, логичность и простоту, и для ее внедрения в России не требуется серьезных затрат и интеллектуальных усилий. Необходимо определить единый исполнительный орган в лице государственной структуры или структурной единицы ОАО "Газпром". Далее необходимо создать единую систему учета всех производимых в стране и импортируемых метановых баллонов. Эта понятная и зарекомендовавшая себя система позволит решить проблемы, связанные с безопасностью эксплуатации газобаллонного оборудования в России при реализации государственных инициатив.

Фото pergamitaly.eu и H.Kent Sundling / mrtruck.ne www.EnergyLand.info

AT3K



### ЭНЕРГЕТИКА ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

О целях в области развития энергетики, сформулированных Организацией Объединенных Наций, и о подходе России к данным инициативам рассказывает Евгений Надеждин, директор по взаимодействию с международными организациями Российского энергетического агентства.

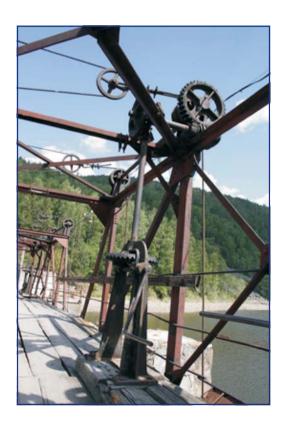
В 1981 г. проведена конференция ООН по новым, в частности возобновляемым, источникам энергии. По сути это была первая конференция, связанная непосредственно с энергетикой. Конечно, на региональном уровне работы проводились и раньше. Однако не было создано определенной организации ООН, которая бы занималась глобальными вопросами энергетики. В то же время вы знаете, что в ООН есть три организации, которые занимаются торговлей. Очевидно, это направление воспринималось как более важное. А энергетике, с нашей точки зрения, достаточного внимания не уделялось.

Ситуация стала меняться в последнее время. В сентябре 2011 г., понимая глобальную ситуацию с энергетикой, проблемы с обеспечением населения энергоресурсами, генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун выступил с инициативой "Устойчивая энергетика для всех". Стоит отметить, что сегодня, по разным оценкам, от 1,3 до 1,4 млрд человек не пользуются современными источниками энергии, а более 3 млрд человек используют традиционное древесное топливо, чтобы обеспечить себя энергией. При этом количество людей на планете возрастает. Одним словом, картина не так уж оптимистична.

Инициатива Пан Ги Муна базируется на трех инициативах. Это три цели, которые должны быть достигнуты к 2030 г.:

- обеспечить доступ всего человечества к современным источникам энергии;
- сократить энергоемкость валового мирового продукта;
- увеличить роль возобновляемых источников энергии в валовом энергетическом балансе в два раза.

Инициатива Генерального секретаря была поддержана, Ассамблея приняла решение и назвала прошедший год — Годом устойчивого развития энергетики. Для подготовки программы действий и проработки путей достижения, поставленных целей была создана специальная группа. В нее во-





шел генеральный директор Российского энергетического агентства Тимур Иванов.

#### Как у них и как у нас

По мнению российской стороны, заявленные в программе цели и цифры весьма амбициозны. Их трудно выполнить, особенно если не будет политической воли государств—членов ООН. Страны же по-разному подходят к решению задач. Так Евросоюз, с нашей точки зрения, не вполне адекватно оценивает будущее традиционной энергетики. Ставка делается на возобновляемую энергетику. Мы эту точку зрения не разделяем.

Евросоюз выдал программу 20-20-20. К 2020 г. доля возобновляемых источников в топливно-энергетическом балансе должна достичь 20 %, также предполагается на 20 % повысить энергоэффективность экономик и сократить выбросы парниковых газов на 20 % к уровню 1990 г. На наш взгляд, для Евросоюза это нерешаемые проблемы, особенно в связи с экономическим кризисом (и связанным с ним сокращением субсидий на ВИЭ). В Германии уже сейчас проблемы: здесь работают мощные электростанции на ВИЭ, которые нуждаются в резервировании. Тем не менее, Европа будет развивать это направление, потому что других ресурсов у них нет. Причем ЕС не только будет продолжать строить мощности на основе ВИЭ, но и продавать свои технологии, идти на другие рынки и т.д.

В то же время, по оценкам Международного энергетического агентства, к 2020 г. вклад возобновляемых источников в энергобаланс не будет превышать 10 %. Поэтому, работая в группе ООН, нам приходилось отстаивать точку зрения, что нужно подходить реалистично к прогнозам, не забывать, что есть газ и другие источники энергии.

Добавлю несколько слов об устойчивом развитии. В 1987 г. вышел доклад, подготовленный специальной группой, он лег в основу конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г. В документе говорилось, что устойчивое развитие базируется на следующих основных моментах — экономическое развитие, проблемы экологии и социальное развитие. Тем не менее, мировое сообщество продолжает считать, что устойчивое развитие мало связано с энергетикой, и результаты — соответствующие.

Прошло 20 лет, а никаких эффектных сдвигов в направлении устойчивого развития не удалось до-

биться. Мы считаем энергетику центральным звеном устойчивого развития. Если энергетике не будет уделяться достаточно внимания, никакого устойчивого развития не будет.

Назову основные моменты, которые связаны с Энергостратегией России—2030. Это энергетическая безопасность, энергетическая эффективность экономики, эффективность бюджета энергетического сектора и экологическая безопасность энергетического сектора.

Дмитрий Медведев, будучи президентом, выступил с инициативой по разработке глобальной стратегии энергетической безопасности. Мы уверены, что энергетическая безопасность — центральное звено для реализации программы Генерального секретаря ООН. Без ее обеспечения говорить об энергетическом развитии невозможно.

#### Что впереди?

Инициатива Пан Ги Муна имела и имеет свое продолжение. 24 декабря 2012 г. в Нью-Йорке было объявлено о создании трех структур, которые будут отслеживать результаты работы в рамках этой инициативы. В частности, создан совет при Генеральном секретаре, отвечающий за консультации по реализации инициатив. Также создан консультативный совет, который будет заниматься чисто финансовыми вопросами – работать совместно с Международным валютным фондом и Мировым банком, определять финансовые потоки, которые необходимо обеспечить для достижения целей. И, наконец, третья структура – группа оперативного управления, отвечающая непосредственно за реализацию сформулированных задач.

Работа ведется. Регулярно проходит конференция министров по энергетике. Суммарно, на реализацию инициативы выделено более \$ 50 млрд, из них 5 млрд выделил ЕС. Генассамблея ООН приняла решение по определению десятилетия с 2014 по 2024 г. — Десятилетием топливно-энергетического развития.

#### Записала Кира Патракова

По материалам XI Московского международного энергетического форума "ТЭК России в XXI веке"

Фото О. Никитина



## ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2013 ГОДУ

#### Содержание № 1 (70) 2013

## Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Третьяков К.В., Илолов А.М., Французова Н.А.

Корреляция фактора соударений в кинетике гетерогенно-каталитических реакций с нанодисперсностью фазовой структуры

#### Давыдова С.Л.

Металлическая компонента в сырье и нефтепродуктах

#### Чикишев Е.М., Анисимов И.А.

Разработка программы "GasRents", предназначенной для расчета норм расхода топлив и нормативов платы за выбросы загрязняющих веществ газобаллонными автомобилями

#### Баюкин М.В., Колыбанов К.Ю., Нечеухин К.К.

Интеллектуальные базы знаний и поддержка принятия решений для обеспечения экологической безопасности в период строительства и эксплуатации объектов автогазозаправочного комплекса

#### Щанкина В.Г., Меньшиков В.В., Фалькевич Г.С., Шаркина В.И.

Катализатор очистки водометанольной фракции при получении синтетического бензина "MOBIL OIL"

#### Панова С.А., Баюкин М.В.

Подходы к реорганизации предприятий по производству и распределению газообразного топлива

Водород — как перспективное моторное топливо "Газпром" и правительство Москвы планируют подписать Соглашение об использовании газа в качестве моторного топлива

В России создается инфраструктура для зарядки электротранспорта

"Зеленая" энергетика должна стать "прикольной"

#### Андрей Лебедев

Сжиженное потребление

ского класса "Евро-4"

"Газпром" запустит в Баварии пилотный проект по газификации муниципальных автобусных парков "Группа ГАЗ" начала продажи автомобилей "газель бизнес" с газобензиновыми двигателями экологиче-

#### Колчин Д.В., Золоев Ю.Т., Высоцкая А.И.

Потенциал рынка утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации

ТНК-ВР вложит 62 миллиарда рублей в утилизацию попутных нефтяных газов

Volvo решает главную проблему электромобилей

В США активно обсуждаются вопросы возобновляемого топлива на метаноле и этаноле

Концерн BASF построит в Польше предприятие по выпуску катализаторов для нейтрализации выхлопов

Метановые мини-заправки Coltri — своевременное решение

#### Доманов В., Напольский Б.

Альтернативные виды топлива

Правила безопасности при эксплуатации автомобильных заправочных станций сжиженного газа Перечень статей, опубликованных в 2012 г.

"Газпром" создал специализированную компанию для развития газомоторного рынка России

#### Содержание № 2 (71) 2013

## Седгхи Рухи Б.Ф., Арсланов Р.М., Карменов А.Г., Капустин В.М.

Каталитический крекинг тяжелого вакуумного газойля, полученного из тяжелой нефти

#### Патрахальцев Н.Н., Петруня И.А., Никишин И.А.

Применение альтернативных топлив для регулирования рабочего процесса дизеля изменением физико-химических и моторных свойств топлива

#### Лыу Хоай Фыонг, Чернышева Е.А., Татур И.Р.

Исследование комплексного воздействия депрессорной присадки и ультразвуковой обработки на изменение реологических характеристик высоковязкой нефти

#### Ягубов Э.З.

Стеклопластиковые трубопроводы как решение проблемы экологической безопасности нефтегазопроводных систем

#### Панова С.А., Баюкин М.В.

Механизм реорганизации предприятий по производству и распределению газообразного топлива

#### Кокорин А.В., Александров Д.В., Костров А.В.

Прогнозирование работы магистрального газопровода в части определения работоспособности сценариев устранения нештатных ситуаций

Создание Якутского центра газодобычи — это стимул роста социально-экономического развития региона Пять лет сланцевому газу

Иван Грачёв: Россия сланцевой войны не затевала, но выходит в ней победителем

НОВАТЭК готовится к конкуренции

Инвестиции в разведку и разработку — основные факторы роста мировых запасов нефти и газа

#### Ожегов Д.Л.

Применение инновационных решений в транспортном комплексе Республики Татарстан

"АвтоВАЗ" приступил к выпуску первого электромобиля

Украина планирует получить первый синтез-газ в 2014 году



Компании GM и ABB нашли применение отработавшим свой срок автомобильным аккумуляторным батареям

Назад в будущее

#### Федорова Е.Б.

Современные тенденции развития мировой индустрии СПГ

РetroChina покупает два проекта по производству СПГ в Австралии за \$1,6 млрд

"Газпром" построит в Амурской области ГХК по производству гелия

"Газпром" завершает обоснование инвестиций в строительство завода СПГ в Приморье

#### Содержание № 3 (72) 2013

## Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Илолов А.М., Третьяков К.В., Матышак В.А., Французова Н.А., Тшисвака Мутомбо

Теоретические основы разработки каталитического получения дивинила из биоэтанола

## Наджафов М.А., Мамедов А.П., Джафарова Р.А., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф.

Фотохромные превращения метилперинафтеновых радикалов в нефтяных люминесцентных концентратах

#### Ерохов В.И.

Система питания газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе

## Аскерова Х.Г., Алиева Р.В., Азизов А.Н., Бекташи Н.Р., Кулиев А.Д.

Молекулярные характеристики олигоалкилнафтеновых масел, полученных олигомеризацией  $C_{\rm 8}$ — $C_{\rm 12}$   $\alpha$ -олефинов в присутствии (Ті-содержащих) ионно-жидкостных каталитических систем

#### Лакеев А., Равикович Е., Цветков И.

Коммерческий учет СУГ с нормированной погрешностью

#### Давыдова С.Л.

Особые случаи загрязнения окружающей среды

#### Краснов А.Е., Красников С.А., Костров А.В.

Метод спектральной компьютерной квалиметрии в системах контроля качества бензинов

Для поставки биометана в газотранспортные сети необходимо изменить законодательные нормы

В Белгородской области построят новые биогазовые станции

Белгородская область введет налоговые льготы для производителей "Зеленой" энергии

Первая промышленная биогазовая станция России начала перерабатывать свекловичный жом

В Ненецком автономном округе появятся ветроэлектростанции

Паужетская ГеоЭС испытала экспериментальную бинарную технологию

Роман Абрамович инвестирует в производство синтетического топлива в Великобритании

#### Зубкова Е.

Станет ли Россия лидером возобновляемой энергетики?

Переработчики ПНГ получили первоочередной доступ к газотранспортной системе  $P\Phi$ 

"Татнефть" доведет утилизацию попутного газа до 98 %

"Русснефть" повышает уровень утилизации ПНГ в Поволжье

Добыча метана из угольных пластов освобождается от уплаты НДПИ

Емкость ПХГ в г. Реден увеличена до 4,4 млрд м $^3$  газа "Газпром Германия" увеличит число газозаправочных станций до десяти

#### Содержание № 4 (73) 2013

#### Ерохов В.И.

Топливная аппаратура газобаллонного автобуса ЛиАЗ-529271 для работы на КПГ

#### Матюхин Л.М.

Предварительное прогнозирование показателей двигателя при его переводе на газообразное топливо, а также при использовании рециркуляций

#### Ожегов Д.Л.

Развитие рынка газобаллонных автомобилей КамАЗ и газомоторного топлива

"Газпром" приведет работу по газификации российского автотранспорта в единую систему

"Газпром" завершил разработку обоснования инвестиций в проект Владивосток-СПГ

Газовые машины и заправки в Санкт-Петербурге КамАЗ анонсировал создание электромобиля и "беспилотника"

Россия-2012: почти полная победа на газовом рынке

Возобновляемая энергетика для регионов

150-летию со дня рождения В.И. Вернадского посвящается

Указ Президента от 21 августа 2012 г.

#### Ревякин А.И.

Имя В.И. Вернадского обязывает

#### Сухорукова С.М.

Учение В.И. Вернадского о биосфере — основа экологически устойчивой и эффективной экономики Совет по изучению производительных сил основан в

1915 г. В.И. Вернадским

#### Гонопольский А.М.

Экологические аспекты этногенезиса

#### Лукьянов О.В.

Геодинамический мониторинг основных сооружений компрессорного цеха магистрального газопровода

#### Буковский Е.

Династия Вернадских на Тамбовщине

"Приютинское братство"

Сад его мечты



#### Содержание № 5 (74) 2013

Иманов Э.В., Велиев Р.А., Рзаева А.Р., Шекилиев Ф.И., Гаджиева С.Р., Сулейманов Г.З., Литвишков Ю.Н.

Синтез циклокарбинольных и барийциклокарбинолятных производных цимантрена и их антидымная эффективность для дизельных топлив

#### Коклин И.М., Потапенко М.С., Маленкина И.Ф.

Развитие региональных систем газоснабжения для обеспечения потребителей газомоторным топливом

Цхадая Н.Д., Ягубов З.Х., Ягубов Э.З.

Многоканальные трубопроводы для транспортировки агрессивных сред под высоким давлением **Ефремов Б.Д., Рок Д.М.** 

Система управления двигателем при питании сжиженным газом

#### Фомин В.М., Хергеледжи М.В.

Повышение энергосберегающих качеств транспортных средств на альтернативном топливе

#### Тростина А.В., Капустин В.М.

Анализ современных добавок к катализаторам каталитического крекинга и перспективы их эффективного применения

Перевод на газ дальневосточных ТЭЦ принципиально улучшит экологическую обстановку в регионе На Алтае в этом году начнется строительство еще одной гибридной электростанции

В Екатеринбурге начали работу первые зарядные станции для электромобилей

Проект завода по производству СПГ в Приморье будет соответствовать всем экологическим нормам Водные суда ЯНАО планируется перевести на сжиженный природный газ

#### Ожегов Д.Л.

Татарстан станет пилотным регионом по развитию рынка газомоторного топлива в России

17-я Конференция дилеров "КАМАЗА"

"Татнефть" на производстве газобаллонных автомобилей КАМАЗ

"Совкомфлот" заказал южнокорейским корабелам новый газовоз для транспортировки СПГ

Украина: Эксперты прогнозируют резкий рост потребления биоэтанола

Налоговая Украины предложила гражданам получить скидку на биотопливо

Революционный электромобиль

Очередной электрический суперкар построили на народные деньги

Land Rover создал электрический Defender с запасом хода более 80 км

Гибридный автомобиль распечатали на 3D-принтере "Умные" автомобили Google появятся в продаже через 3 года

Мечта о серийном выпуске летающих автомобилей стала реальностью

Солнечные автомобили в гонке по самой засушливой пустыне в мире

В Японии разработали "прозрачный" автомобиль

#### Содержание № 6 (75) 2013

Наджафова М.А., Мамедов А.П., Джафарова Р.А., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф.

Фотохромные превращения метилперинафтеновых радикалов в нефтяных люминесцентных концентратах

Литвишков Ю.Н., Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Шакунова Н.В., Зульфугарова С.М., Аскерова А.И., Марданова Н.М., Кашкай А.М.

Влияние микроволновой интенсификации на жидкофазное окисление м-ксилола, катализированное наноструктурированной  $Co-Mn/Al_2O_3/Al$  композицией **Гусев М.А., Проскурина Г.В.** 

Формирование статистических моделей коррекции результатов градиентного метода обнаружения места разрыва на магистральном газопроводе

Щанкина В.Г., Серегина Л.К., Шаркина В.И., Меньшиков В.В.

Влияние соединений хрома на формирование Cu–Zn–Al композиции, для процесса разложения метанола в водометанольных смесях

Горячев Г.С., Кульбякин В.П., Лебедев С.Ю., Попов Н.А., Желтобрюхов А.В., Суслов А.Н.

Модернизация АГНКС с интегрированием в ее состав оборудования для производства СПГ

#### Ожегов Д.Л.

Дмитрий Медведев: "...Переход на газомоторное топливо способен изменить ситуацию, и мы должны использовать этот переход как наше естественное конкурентное преимущество с учетом наших газовых возможностей"

Медведев на совещании в Нижнем Новгороде самокритично признал, что по вопросу внедрения газомоторного топлива в РФ ничего не происходит

"Газпром" укрепит свои позиции на рынке газомоторного топлива за рубежом

Миллиард рублей – на строительство АГНКС

"Газпром" станет эксклюзивным поставщиком газомоторного топлива для Volkswagen Motorsport

#### Шершнев О.В.

Попутный нефтяной газ может работать эффективно 1,4 млрд долларов — сумма инвестиций на переработку ПНГ в Югре в 2012—2013 годах

Производство и переработка попутного нефтяного газа в России в 2012 году

Два проекта ветропарков в Запорожской и Донецкой областях

Инновационный MITSUBISHI i-MiEV

Международный автопробег ДОСААФ

Автобусы в Санкт-Петербурге начнут переводить на газ



"Газпром" увеличит производство малотоннажного СПГ на территории России

#### Содержание № 7 (76) 2013

## Довбиш А.Л., Передельский В.А., Безруков К.В., Васильева И.Ю., Гуров Е.И.

Опыт создания блоков ожижения (ОП) установок сжижения природного газа малой производительности

#### Артамонов Е.А., Завьялов В.И., Щанкина В.Г.

Конверсия углеводородов при переработке попутных нефтяных газов

#### Ерохов В.И.

Газовая аппаратура нового поколения для подачи СУГ

#### Гусев Д.И., Разливинская С.В., Жданович О.А.

Информационные технологии в информационной системе предприятия

#### Богатиков Б.Ф., Васичева Л.Г.

Статья О ВЕРНАДСКОМ (к 150-летию со дня рождения)

"Автосиб — 2013"

"Роснефть" к Олимпиаде оснастит все АЗС в Сочи установками для заправки газом

Сенаторы подготовили законопроект о более широком использовании газомоторного топлива

Повсеместный перевод общественного транспорта на газ не оправдан

В Курске открылись газовые заправки

#### Милешкин Кирилл

Газовое топливо: сектор газа

"Роснефть" в 2012 г. незаконно сожгла на факельных установках в XMAO свыше 380 млн м<sup>3</sup> ПНГ

Прокуратура XMAO выявила в Когалыме нарушение требований лицензионного законодательства при обращении с  $\Pi H \Gamma$ 

#### Зубкова Екатерина

Как выжить после сланцевой революции?

Выработка "зеленой" энергии тремя объектами компании Альт Энерго превысила 13 млн кВт/ч

Поиск способов удешевления работы биогазовых станций продолжается

"Ладу" с гибридным двигателем уже тестируют на "АвтоВАЗЕ"

#### Ожегов Л.Л.

Совместные конференции "Газпрома" и "Раритэка" в Астрахани

Volvo увеличивает производство гибридов V60

В Женеве представили электроавтобус, заряжающийся на остановках

Toyota хочет серийно выпускать водородомобиль Электромобили Denza — совместный проект BYD и DAIMLER

Автомобили с водителем-компьютером

"Автокомплекс — 2013" — юбилейная выставка (Автозаправочный комплекс. Автотехсервис. Гараж и паркинг)

#### Содержание № 8 (77) 2013

## Хачиян А.С., Синявский В.В., Шишлов И.Г., Гюлназарян Л.А.

Прогнозирование показателей дизеля 6ЧН 10,5/12,8 при его конвертации для работы на природном газе по циклу с внешним смесеобразованием

#### Егоров А.В.

Анализ схем гибридных силовых установок

#### Скворцова М.А., Тихомиров А.Н.

Использование эжекционных смесителей при переводе на газ автомобильных двигателей

#### Шишков В.А.

Алгоритм диагностики элементов ГБО в системе электронного управления ДВС с искровым зажиганием

Регионы РФ получат субсидии на покупку техники, работающей на газомоторном топливе

"Газпром" построит завод по производству сжиженного газа

"Газпром" разрабатывает собственную технологию производства синтетических жидких топлив

"Газпром" и Caterpillar подписали Меморандум о сотрудничестве в сфере газомоторного топлива

"Газпром" и консорциум японских компаний подписали Меморандум о взаимопонимании по проекту "Владивосток-СПГ"

Iveco и "Газпром" выступают за расширение парка газовых автомобилей

В Кузбассе впервые в России начали работу буровые установки Sandvik DE-880 для дегазации шахт

#### Ожегов Д.Л.

Выставка в Йошкар-Оле

Автономный солнечный реактор создает чистое водородное топливо

К 2020 году большинство котельных Поморья будут работать на биотопливе и природном газе

Дальний Восток — перспективный регион для развития ветроэнергетики

Возможна ли "зеленая революция" в России?

Электромотору пока не угнаться за двигателем внутреннего сгорания

#### Бушуев Михаил

Меркель верит в электромобили

#### Агаев Виктор

Германия покупает электромобиль

#### Гурков Андрей

Немцы готовы покупать электромобили и хотят иметь в машине интернет



#### Содержание № 9 (78) 2013

## Седгхи Рухи Бабак, Арсланов Р.М., Капустин В.М., Герзелиев И.М., Третьяков В.Ф.

Изучение влияния бензиновых добавок в сырье каталитического крекинга для увеличения выхода лёгких фракций и олефинов

#### Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н.

Анализ патентной информации о мировых тенденциях в области современного строительства стационарных хранилищ СПГ

#### Ерохов В.И.

Газодизельная система питания нового поколения **Капустин А.А.**, **Пенкин А.Л.** 

Система питания двигателя внутреннего сгорания природным газом

Министр энергетики Новак: "Жестких правил регулирования не будет"

Минприроды продолжает разрушать заповедную систему России и пытается это узаконить

#### Алена Мартынец

КАМАЗ втрое увеличит продажи своей газомоторной линейки

Приморская верфь "Звезда" к 2020 году планирует перейти на полный цикл строительства танкеров-газовозов СПГ

"НОВАТЭК" договорился о строительстве двух газовозов для проекта "Ямал СПГ"

Танкеры-газовозы получили свои имена по названиям рек Воронеж и Тобол

"Газпром" построит в Перми еще две газовые автозаправки

"Роснефть" и "Газпром" делят ресурсы острова Сахалин — вместе им там тесно

Компания "Газпром нефтехим Салават" совершенствует качество моторного топлива

#### В. Дементьев

Нам нужен газ в моторах!

БелГУ будет готовить кадры для альтернативной энергетики

На Дальнем Востоке нет специализированных учебных заведений по профилю нефтехимии

#### Д. Ожегов

Компания "Рари ТЭК" на выставке Нефть и газ<br/> — 2013

Южно-Приобская компрессорная станция приняла первый попутный нефтяной газ

Россия и Аргентина ищут пути сотрудничества в области альтернативных источников энергии

Двухтопливные генераторы: электричество из попутного нефтяного газа

#### Содержание № 10 (79) 2013

Кафедра технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива им. А.Н. Башкирова

## Артамонов Е.А., Завьялов В.И., Малова О.В., Щанкина В.Г., Панин А.А.

Ароматизация пропан-бутановой фракции на промотированных пентасилах

#### Щанкина В.Г., Малова О.В., Меньшиков В.В.

Каталитическая активность медьсодержащих катализаторов в очистке водометанольной фракции от метанола

#### Камалтдинов В.Г., Марков В.А.

Влияние содержания инертных компонентов в рабочей смеси на процесс сгорания в двигателях с воспламенением от сжатия

#### Безродный А.А.

Рациональное построение и автоматизированное управление сетями многотопливных автозаправочных станций

"Газпром" готов проектировать дополнительные газовые заправки для сельского хозяйства

АЗС "Газпромнефть" начнут реализовывать газомоторное топливо

"Газпром" и Владимирская область подписали соглашение о расширении использования газомоторного топлива

На газовое топливо в Чувашии переведено 30 % общественного транспорта

#### Ожегов Д.Л.

"Иннопром" определяет будущее промышленности В Оренбуржье планируется переводить автомобильную технику на компримированный газ

В Азербайджане появится рынок газомоторного топлива

Совкомфлот заключил 10-летнее соглашение на сумму \$75 миллионов для финансирования строительства танкеров-газовозов СУГ

"Ямал СПГ" введет объекты подготовительного периода в порту Сабетта в июне 2014 г.

Главным "недостатком" газомоторного топлива является то, что его нельзя украсть

В России разработали гибридный супер-БТР

Европейский рынок биоэнергетики развивается благодаря госинициативам в области ВИЭ

IBM разработала новую систему прогнозирования ветровой и солнечной энергии

Корпорация "ГазЭнергоСтрой" планирует производить в Латвии биотопливо из масличных культур

В 2014 г. в Ростовской области стартует проект по строительству солнечных электростанций

Суммарная выработка электроэнергии первых солнечных станций Якутии составила почти 54 тыс. кВт-ч

#### Содержание № 11 (80) 2013

## Артамонов Е.А., Щанкина В.Г., Львов М.В., Кочеткова И.В., Панин А.А., Завьялов В.И.

Экологические особенности перехода газообразных энергоносителей на синтетическое топливо



## Грязнов К.О., Ермолаев В.С., Митберг Э.Б., Мордкович В.З., Третьяков В.Ф.

Теоретическое и экспериментальное исследование конверсии СО и селективности по жидким углеводородам при масштабировании процесса Фишера-Тропша на гранулированном кобальтовом катализаторе

#### Кирчевская Е.В., Панова С.А.

Техническое регулирование как инструмент повышения качества химической продукции

#### Федорова Е.Б.

Подготовка кадров для индустрии СПГ

#### Береснев М.А., Береснев А.Л.

Управление составом бинарного топлива для улучшения показателей ДВС

Виктор Зубков: в ближайшие годы жители Ленинградской области смогут оценить преимущества газомоторного топлива

Минский моторный завод изготовил первые образцы газодизельных двигателей

Новгородские власти ускорят перевод автотехники на газ

#### Ким А.А., Коротков М.В.

Нормативо-техническая и законодательная база использования СПГ в качестве моторного топлива

#### Пронин Е.Н.

О применении СПГ на транспорте в разных странах

Мировой рынок КПГ в марте 2013 года

В 2017 году порт Сабетта начнет перевалку и отгрузку углеводородного сырья

В Белгородской области состоялось открытие многотопливной автозаправочной станции

#### Л.Д. Ожегов

"Весь общественный транспорт крупных городов РТ должен перейти на газомоторное топливо" — Р. Минниханов

Газовые КАМАЗы на "КОМТРАНС-2013"

Выставка "Энергетика. Энергосбережение", г. Ижевск

Пятилетка Республики Татарстан

Делегации компаний "Faber industre SpA" и "Мицуи энд Ко. Москоу"

Минэнерго намерено создать карту развития возобновляемой энергетики в  $P\Phi$ 

Ассоциация энергетики в форме некоммерческого партнерства будет создана в России

Чечня начинает активную эксплуатацию электромобилей

#### Филиппов А.В., Шершнев О.В.

Нефть и газ — морское продолжение земной истории

#### Содержание № 12 (81) 2013

#### Анисимов И.А., Чикишев Е.М.

Сравнительная оценка приспособленности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации при работе на бензине, сжиженном нефтяном и компримированном природном газе по расходу топлива и выбросам вредных вешеств

#### Антипов Ю.А., Патрахальцев Н.Н., Шаталов И.К.

Когенерационная установка на базе газового двигателя, работающая совместно с тепловым насосом

## Аббасов В.М., Мамедова Т.А., Исмайлов Э.Г., Аскерова Э.Н., Теюбов Х.Ш., Гасанханова Н.В.

Каталитический способ получения олефинов с использованием природных нанотрубок галлоизитов

#### Иванов А.С., Анисимов И.А., Чикишев Е.М.

Корректирование платы за выбросы вредных веществ с отработавшими газами газодизельными автомобилями в низкотемпературных условиях

В России появится отечественный железнодорожный транспорт на природном газе

"Газпром" построит в Омской области к 2015 году первые четыре АГНКС

Ассортимент техники, использующей метан, значительно расширится

Моторное топливо в РФ в 2014 году может подорожать на 10 %, считает министр Дворкович

Мировые нефтегазовые гиганты выбрали место для завода по производству СПГ на Аляске

Терминальный комплекс СУГ компании "Таманьнефтегаз" не имеет аналогов на территории СНГ Новая страница в освоении Ямала

#### Рафаэль Батыршин

Автомобили "КАМАЗ", работающие на КПГ, перспективы развития в сельском хозяйстве

"Группа ГАЗ" приступила к серийному производству автомобилей "ГАЗель БИЗНЕС" на сжатом природном газе

"Голубой коридор-2013: Ганза"

## Усошин В.А., Ковалев А.Н., Елисеев А.В., Воробьев В.В.

Старые ошибки, сегодняшние проблемы, новые тенденции в сфере использования газомоторного топлива. (Аналитическое обозрение)

#### Васюков Алексей

Проспав газовую сланцевую революцию, мы уже вовсю участвуем в нефтяной

#### Петров Игорь

Мир на пороге сырьевого бума?

#### Панов Владимир

Когда Америка станет сырьевой сверхдержавой? ВИЭ шагает по Европе

