Composite Default screen

АГЗК + АТ «АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 5 (74) 2013 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

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 3

Коклин И.М., Потапенко М.С., Маленкина И.Ф.
Развитие региональных систем газоснабжения для обеспечения потребителей газомоторным топливом 7

Цхадая Н.Д., Ягубов З.Х., Ягубов Э.З.
Многоканальные трубопроводы для транспортировки агрессивных сред под высоким давлением 19

Ефремов Б.Д., Рок Д.М.
Система управления двигателем при питании сжиженным газом. 23

Фомин В.М., Хергеледжи М.В.
Повышение энергосберегающих качеств транспортных средств на альтернативном топливе 27

Тростина А.В., Капустин В.М.
Анализ современных добавок к катализаторам каталитического крекинга и перспективы их эффективного применения 34

Перевод на газ дальневосточных ТЭЦ принципиально улучшит экологическую обстановку в регионе 42

На Алтае в этом году начнется строительство еще одной гибридной электростанции 43

В Екатеринбурге начали работу первые зарядные станции для электромобилей 43

Проект завода по производству СПГ в Приморье будет соответствовать всем экологическим нормам 44

Водные суда ЯНАО планируется перевести на сжиженный природный газ . . 44

Ожегов Д.Л.
Татарстан станет пилотным регионом по развитию рынка газомоторного топлива в России 45

17-я Конференция дилеров "КАМАЗА". 46

"Татнефть" на производстве газобаллонных автомобилей КАМАЗ 46

"Совкомфлот" заказал южнокорейским корабелам новый газовоз для транспортировки СПГ 48

Украина: Эксперты прогнозируют резкий рост потребления биоэтанола 49

Налоговая Украины предложила гражданам получить скидку на биотопливо 49

Революционный электромобиль 50

Очередной электрический суперкар построили на народные деньги 50

Land Rover создал электрический Defender с запасом хода более 80 км . . . 51

Гибридный автомобиль распечатали на 3D-принтере 51

"Умные" автомобили Google появятся в продаже через 3 года 52

Мечта о серийном выпуске летающих автомобилей стала реальностью . . . 53

Солнечные автомобили в гонке по самой засушливой пустыне в мире 54

В Японии разработали "прозрачный" автомобиль 56

Учредитель –
ООО "Издательство Машиностроение"

Главный редактор
В.Ф. Третьяков – академик РАИН, д-р хим. наук, профессор

Зам. главного редактора
Н.В. Нефёдова

Председатель редакционного совета
В.Ф. Корнюшко – д-р техн. наук, Заслуженный деятель науки и техники РФ

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**
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
д.т.н. **Н.Г. Кириллов**
(ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург)
д.т.н. **Г.К. Лавренченко**
("УА-СИГМА", Украина)
член-корр. НАН **Ю.Н. Литвишков**
(Азербайджан, г. Баку)
академик НАН **И.И. Лиштван**
(Беларусь, г. Минск)
академик РАЕН **С.В. Мещеряков**
(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)
академик НАН РК, **Е.М. Шайхутдинов**
(Респ. Казахстан, г. Алматы)

Редакторы:
М.И. Бирюков
О.А. Филоретова

Компьютерная верстка
С.А. Жиркина

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

Подписано в печать 24.04.2013 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.

© Издательство "Машиностроение", "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо", 2013

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:52

Composite Default screen

АГЗК + АТ «AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»
AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

№ 5 (74) 2013 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

Imanov E.V., Veliev R.A., Rzaeva A.R., Shekilev F.I., Gadjieva S.R., Suleymanov G.Z., Litvishkov Y.N.
Synthesis cyclocarbinol and barium cyclocarbinolate derivatives of cymantrene and their antismoke efficiency for diesel fuels . . . 3

Koklin I.M., Potapenko M.S., Malenkina I.F.
Development of regional systems of gas supply for prodiving consumers with gas motor fuel . . . 7

Tshadaya N.D., Yagubov Z.K., Yagubov E.Z.
Multichannel pipelines to transport aggressive media under high pressure . . . 19

Efremov B.D., Rok D.M.
Control system for an LPG-powered engine . . . 23

Fomin V.M., Hergheledji M.V.
Increasing of vehicles energy saving qualities on alternative fuelc . . . 27

Trostina A.V., Kapustin V.M.
Analysis of modern additives to catalytic cracking catalysts and their prospects for the effective application . . . 34

Transfer to gas of Far East combined heat and power plants will essentially improve an ecological situation in the region . . . 42

In Altai this year construction of one more hybrid power plant will begin . . . 43

In Yekaterinburg there began work the first charging stations for electric cars . . . 43

The project of plant on LNG production in Primorye will meet all environmental standards . . .

Water vessels of the Yamalo-Nenets Autonomous Area it is planned to transfer to the liquefied natural gas . . .

Ojegov D.L.
Tatarstan becomes the pilot region on development of the market of gas motor fuel in Russia . . . 45

17-I the conference of the dealers of KAMAZ . . . 46

"Tatneft" on the production of gas vehicles KAMAZ . . . 46

"Sovcomflot" ordered to South Korean shipbuilders the new gas carrier for LNG transportation . . . 47

Ukraine: Experts predict the sharp growth of consumption of bioethanol . . . 49

Tax Ukraine suggested citizens to receive a discount for biofuel . . . 49

The next electric supercar constructed on national money . . . 50

Revolutionary car . . . 50

Land Rover created electric Defender with a course stock more than 80 km . . 51

The hybrid car unpacked on 3D – the printer . . . 51

"Clever" Google cars will appear on sale in 3 years . . . 52

The dream of serial release of flying cars became reality . . . 53

Solar cars in race on the most droughty desert in the world . . . 54

In Japan developed the "transparent" car . . . 56

Founder –
LLC "Publishers Machinostroenie"

Editor-in-chief:
V.F. Tretyakov – academician of RAES, doctor of chemical sciences, professor

Deputy editor
N.V. Nefedova

Chairman of the editorial board
V.F. Kornyushko – doctor of technical sciences, honored scientist of the Russian Federation

The editorial board:
doct. of techn. sc. **S.P. Gorbachev** (LLC "VNIIGAZ", Moscow)
corresponding member of the AS RT **G.S. D'yaconov** (Tatarstan Resp., Kazan)
doct. of techn. sc. **N.A. Ivashchenko** (Bauman MSTU, Moscow)
doct. of techn. sc. **N.G. Kirillov** (LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg)
doct. of techn. sc. **G.K. Lavrenchenko** ("UA-SIGMA", Ukraine)
corresponding member of the ANAS **Y.N. Litvishkov** (Azerbaijan, Baku)
academician of the NAS **I.I. Lishtvan** (Belarus, Minsk)
academician of the RANS **S.V. Meshcheryakov** (MINGP, Moscow)
doct. of econom. sc. **A.V. Nikolaenko** (MSUME, Moscow)
O.N. Rumyantseva (LLC "Publishers Machinostroenie")
doct. of chem. sc. **R.M. Talyshinsky** (TIPS RAS, Moscow)
Academician of the NAS RK **E.M. Shaikhutdinov** (Kazakhstan Resp., Almaty)

Editors:
M.I. Biryukov
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
www.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**

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"

© "Mashinostroenie Publishers", "Autogas filling complex + alternative fuel", 2013

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:56

Composite Default screen

УДК: 547.1.13

СИНТЕЗ ЦИКЛОКАРБИНОЛЬНЫХ И БАРИЙЦИКЛОКАРБИНОЛЯТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИМАНТРЕНА И ИХ АНТИДЫМНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Э.В. Иманов, Р.А. Велиев, А.Р. Рзаева, Ф.И. Шекилиев, С.Р. Гаджиева, Г.З. Сулейманов, Ю.Н. Литвишков (Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева НАНА)

В статье приводятся результаты разработки методики синтеза циклокарбинольных производных цимантрена и получения на их основе соответствующих барийциклокарбинолятных металлокомплексов – новых, перспективных антидымных присадок. Приводятся также сравнительные данные по антидымной эффективности синтезированных соединений и известных противодымных присадок к дизельным топливам.

Ключевые слова: цимантрен, антидымная эффективность, циклокарбинолы, барий, металлокомплексы, карбонилаты.

SYNTHESIS CYCLOCARBINOL AND BARIUM CYCLOCARBINOLATE DERIVATIVES OF CYMANTRENE AND THEIR ANTISMOKE EFFICIENCY FOR DIESEL FUELS

Elmar Vagif ogly Imanov, Rashad Alesker oglu Veliev, Aynura Ramiz kyzy Rzaeva, Fikret Ibragim oglu Shekilev, Sevinj Rafig kyzy Gadjieva, Gul'mamed Ziaddin oglu Suleymanov, Litvishkov Yuryi Nikolaevich (Department of the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS)

The article presents results of the development of synthesis techniques cyclocarbinol derivatives of cymantrene and deriving from them the relevant barium cyclocarbinolate metal complexes – new, promising antismoke additives. Also comparative data on the antismoke efficiency of the synthesized compounds and famous antismoke additives for diesel fuel are presented.

Keywords: cymantrene, antismoke efficiency, cyclocarbinols, barium, metal complexes, carbonilates.

Техногенное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду неуклонно возрастает и уже в настоящее время около 40 % токсичных веществ и сажи поступает в атмосферу с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. Следует также отметить, что увеличение количества дизельного транспорта, надежды на который связывались со снижением уровня вредных выбросов в атмосферу, привело к резкому усугублению проблемы, так как дизелями выбрасывается до одного процента сажи в виде твердых частиц (ТЧ) от общего расхода топлива.

Одним из перспективных направлений снижения выбросов ТЧ с отработавшими газами является введение в топлива антидымных, многофункциональных присадок, в частности барийсодержащих соединений различной природы, что позволяет достичь поставленной цели без изменения конструкции дизелей и систем их питания.

Известно, однако, что несмотря на широкую распространенность использования барийсодержащих антидымных присадок к дизельному топливу, последние, в силу ряда таких причин, как увеличение зольности, коэффициента фильтруемости топлива, относительно высокое содержание в топливах и связанное с этим наличие в газовых выбросах большого количества оксида и карбоната бария, также не полностью удовлетворяют требованиям экологии [1–3].

В этой связи представляют интерес присадки, на основе металлорганических соединений, сочетающих в своей структуре барий и легко ионизи-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:56

Composite Default screen

руемые металлы переменной валентности IV периода Периодической системы элементов, проявляющие синергетический каталитический эффект в процессе выжигания образующейся при сгорании топлива сажи, при предельно низких рабочих концентрациях.

Данная работа является продолжением исследований в области разработки доступных методов синтеза моно- и биядерных циклоалкилкарбинольных производных ферроцена и цимантрена (циклопентадиенил трикарбонила марганца), а также изучения их свойств в качестве полифункциональных присадок к дизельным топливам, так как известно, что цимантрен и его многие производные проявляют свойства антидетонационных присадок для моторных топлив, заменивших вредный для экологии тетраэтилсвинец (ТЭС) [4].

Синтез целевых цимантренил-циклоалкилкарбинольных производных $(OC)_3MnC_5H_4C(OH)(CH_2)_n$ осуществлялся на основе двух базовых реакционных направлений.

Первое – основывалось на взаимодействии литийорганического производного цимантрена, $(OC)_3MnC_5H_4Li$ с соответствующими циклическими кетонами $(CH_2)_nC{=}O$ (n = 4...6).

Второе направление включало прямое оксиалкилирование цимантрена циклоалкилкетонами в условиях межфазного катализа. Ранее нами в этих же условиях были получены цимантренил-карбинолы линейного строения [5].

На примере превращения циклопентанона, а также циклогексанона по первому реакционному направлению установлено, что независимо от температуры реакции и полярности реакционной среды в качестве основных продуктов образуется смесь цимантренил-циклоалкилкарбинолятов лития:

$$(OC)_3MnC_5H_4C(OLi)(CH_2)_n$$

и карбеновые комплексы Фишера:

$$LiC_5H_5Mn(CO)_2\text{-}C(OLi)(C_5H_4Mn(CO)_3),$$

которые после соответствующей нейтрализации реакционной среды превращаются в целевые продукты: $(OC)_3MnC_5H_4C(OH)(CH_2)_n$, n = 4 (I); n = 5(II) с выходом, не превышающим 10...14 % по цимантрену.

Данное обстоятельство дает основание полагать, что синтез производных I и II по первому реакционному направлению нельзя признать перспективным вследствие низкого выхода целевых продуктов, многостадийности и больших потерь компонентов реакционной смеси при их выделении.

В плане разработки одностадийного метода синтеза производных I и II более эффективным является второе реакционное направление прямого оксиалкилирования цимантрена при взаимодействии как с циклопентаноном, так и циклогексаноном в условиях межфазного катализа.

В качестве фазообразователей в процессе оксиалкилирования были использованы вода (неорганический фазообразователь) и петролейный эфир – легкая фракция бензина $T_{н.к}$ 40 °C – $T_{к.к}$ 80 °C (органический фазообразователь).

В органическую фазу вводились реакционные компоненты (цимантрен и соответствующие циклические кетоны), а в неорганическую фазу кислотный катализатор (92...94 % H_2SO_4). В качестве катализатора межфазового переноса использовалась четвертичная аммониевая соль – диэтиламмоний нафтената $(C_2H_5)_2(H)_2\overset{+}{N}OCONaf^-$ (DЭANaf).

При отработке методики проведения синтеза был учтен факт возможного присоединения цимантрена как к алифатическим, так и ароматическим альдегидам и кетонам только в условиях высокой кислотности реакционной среды (pK – 21...22).

В связи с этим при подборе оптимальных условий оксиалкилирования цимантрена соответствующими циклическими кетонами соблюдалось не только объемное соотношение органической и неорганической фазы, равное 20:1, но и весовое соотношение кислотного катализатора (H_2SO_4), как к кетонам, так и к межфазному катализатору (DЭANaf) соответственно (1:1).

Условия получения цимантренилциклопентил-(гексил-) карбинолов оксиалкилированием цимантрена циклопентаноном или циклогексаноном с использованием H_2SO_4–DЭANaf каталитической системы приведены в табл. 1.

Исследование зависимости выхода целевых продуктов от температуры реакции оксиалкилирования цимантрена циклическими кетонами показало, что даже при комнатной температуре в результате воздействия дневного света происходит распад образующихся металлокомплексов. При этом при поглощении энергии световых фотонов

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:57

Composite Default screen

Таблица 1

Условия получения цимантренилциклопентил- (гексил-) карбинолов, оксиалкилированием цимантрена циклопентаноном или циклогексаноном с использованием H_2SO_4–DЭANaf каталитической системы

Фаза	Фазообразующие компоненты и их объемное соотношение	Температура реакции, °С	Реагирующие компоненты и их мольные соотношения	Продукты оксиалкилирования
Органическая	Петролейный эфир 20	–10...–20	Цимантрен, циклопентанон (циклогексанон) 1:1	Цимантренил- циклопентил- (циклогексил-) карбинолы
Неорганическая	Вода 1	–10...–20	H_2SO_4:(DЭANaf) 1:1	Катализатор переносчик

изначально происходит декарбонилирование комплексообразующего металла (Mn) с последующим полным распадом соединений.

В связи с этим обстоятельством оксиалкилирование цимантрена необходимо проводить при полной изоляции от воздействия светового потока при температуре, не превышающей –10 °С. При соблюдении указанных в табл. 1 условий синтеза выход соответствующих цимантренилциклопентил- (гексил-) карбинолов I и II по цимантрену составляет 86...89 %.

Методика выделения образующихся целевых продуктов I, II из реакционной смеси сводилась к следующей последовательности процедур.

Сначала реакционная масса нейтрализовалась 5 %-ным раствором $NaHCO_3$, затем органический слой отделялся и после осушки растворитель полностью упаривался, а оставшийся маслообразный остаток дважды экстрагировался диизопропиловым эфиром. Экстракты объединялись, и после упаривания диизопропилового эфира производные I и II извлекались в чистом виде.

Методом микроанализа был установлен их элементный состав, который соответствовал брутто формулам $C_{13}H_{13}MnO_4$ (I) и $C_{14}H_{15}MnO_4$ (II).

Оказалось, что в отличие от цимантрена его производные I и II являются жидкими продуктами с плотностью d^{20} = 1,257 г/см^3 (I); d^{20} = 1,269 г/см^3 (II).

Установлено, что производные I и II при взаимодействии с LiOH (NaOH) в щелочной среде (pH = 8...9) образуют соответствующие алкоголяты $(OC)_3MnC_5H_4C(OLi(Na))(CH_2)_n$ (III, IV), а в водно-спиртовой среде при взаимодействии с $Ba(OH)_2$ происходит образование дисольватных солей алкоголятов бария $[(OC)_3MnC_5H_4C(O)(CH_2)_n]_2Ba(H_2O)_2$, где n = 4,5 (V–VI).

Полученные цимантренилциклопентил (гексил) карбинолы и их бариевые производные достаточно хорошо растворимы как в различных марках бензинов и их фракций, так и дизельных топливах.

Так, например, максимальная растворимость производных I–V при температуре 20 °С в марке бензина АИ-95 колеблется в пределах 10...24 г/л, а в дизельном топливе с цетановым числом 40 в пределах 2,0...8,7 г/л.

Установлено, что растворимость карбинолов (I, II) в бензинах лучше, чем самого цимантрена, а бариевые производные (V–VI) в дизельном топливе растворимы лучше, чем в бензине.

Исследование антидымной эффективности как карбинольных, так и барий карбинолятных производных цимантрена осуществлялось применительно дизельному топливу с цетановым числом 38 у.е., плотностью d^{20} = 0,856 г/см^3. В качестве стандарта для определения антидымной эффективности был использован бензол.

В табл. 2 приведены результаты моторных испытаний антидымной эффективности синтезированных карбинольных и карбинолятных производных цимантрена.

Проведенные испытания (в соответствии с ГОСТ 17.2.2.01–84) показали, что после введения в состав дизельных топлив исследуемых соединений I–II и V–VI в пределах 0,020...0,035 г/л последние проявляют достаточно высокую способность снижать дымообразование при средней рабочей нагрузке двигателя, причем бариевые про-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:57

Composite Default screen

Таблица 2

Дымоуменьшающая эффективность в ряду цимантрена и его циклокарбинольных (I, II) и барийкарбинольных производных (V, VI) в дизельном топливе (ГОСТ 17.2.2.01–84) при средней нагрузке двигателя

№ п/п	Наименование комплекса	Влияние количества цимантрена и его производное на дымоуменьшающую эффективность, %			
		0,02 г/л	0,025 г/л	0,035 г/л	0,05 г/л
1	Цимантрен	18	33	47	48
2	Цимантренилциклопентил- карбинол	29	48	63	65
3	Цимантренилциклогексил- карбинол	31	52	67	68
4	Бис-цимантренилциклопентил карбинолят бария	69	84	92	93
5	Бис-цимантренилциклогексил карбинолят бария	71	88	94	95

изводные (V–VI) по сравнению с карбинольными и самим цимантреном являются более эффективными.

Значительно более низкие концентрации вводимых в состав дизельного топлива синтезированных производных цимантрена также позволяют свести к минимуму эмиссию в окружающую атмосферу соединений бария, что выгодно отличает их от известных промышленных барийсодержащих антидымных присадок.

Следует отметить, что при введении в состав дизельного топлива известной антидымной присадки ЭКО-1 и барийсодержащей присадки ИХП-706 в несоизмеримо большем количестве, соответственно 0,4 и 0,5 % (масс.), достигается лишь 30...40 % снижение сажесодержания в выхлопных газах дизельного двигателя при работе в режиме средней нагрузки [6, 7].

Таким образом, приведенные результаты разработки одностадийного метода синтеза циклокарбинольных и барийциклокарбинолятных производных цимантрена могут быть положены в основу процесса получения высокоэффективных антидымных присадок к дизельным топливам, удовлетворяющих требованиям экологии при эксплуатации дизельного автотранспорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Митусова Т.Н., Полина Е.В., Калинина М.В.** Современные дизельные топлива и присадки к ним. М.: Техника. ООО "ТУМА ГРУПП", 2002. 64 с.
2. **Колобова Н.Е., Вальцева З.П., Анисимов К.Н., Сулейманов Г.З.** Изв. АН СССР. Сер. Химия. 1978. № 4. 910 с.
3. **Кульчицкий А.Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. М.: ООО "Академический проспект". 2004. 20,0 п.л.
4. **Сулейманов Г.З., Мамедов Е.Ш., Рустамова А.И., Рустамов М.М.** Изв. ВУЗ-ов РФ // Химия и химическая технология. 2007. № 5. Вып. 49. 31 с.
5. **Велиев Р.А., Кадырова Э.М., Курбанов З.Г., Сулейманов Г.З.** Изв. ВУЗ-ов РФ // Химия и химическая технология. 2007. № 5. Вып. 53. № 1.
6. **Корчагин В.А., Филоненко Ю.Я.** Экологические аспекты автомобильного транспорта: учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 100 с.
7. **Гладков О.А., Барштейн Е.В., Алиев З.Э.** Антидымные присадки ИХП-706 – эффективное средство для сокращения выбросов сажи при испытаниях дизелей // Двигателестроение. 1984. № 7. С. 52–58.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:57

Composite Default screen

РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ГАЗОМОТОРНЫМ ТОПЛИВОМ

И.М. Коклин, М.С. Потапенко (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина),
И.Ф. Маленкина (ООО "Газпром ВНИИГАЗ")

Использование природного газа в качестве моторного топлива решает крупные народнохозяйственные и социально-экономические задачи по сокращению потребления жидких моторных топлив и энергосбережения в транспортном и агропромышленном комплексе, снижает загрязнения окружающей среды, улучшает экологические характеристики автотракторной техники. В работе показаны результаты комплексных исследований и приведены рекомендации по развитию систем газоснабжения для обеспечения потребителей газомоторным топливом.

Ключевые слова: система газоснабжения, газомоторное топливо, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, экономическая и экологическая эффективность.

DEVELOPMENT OF REGION SYSTEMS OF GAS SUPPLE FOR PROVIDING CONSUMERS WITH GAS MOTOR FUEL

I.M. Koklin, M.S. Potapenko (RGU of oil and gas name I.M. Gubkin),
I.F. Makenkina (JSC Gazprom VNIIGAS), **I.R. Ganiyev** (JSC Kompressor)

Use of natural gas as motor fuel solves large economic and social economic problems of reduction of consumption of liquid motor fuels and energy saving in transport and agro-industrial complex, reduces environmental pollution, improves ecological characteristics of autotractor equipment. In work results of complex researches are shown and recommendations about development of systems of gas supply for providing consumers with gas motor fuel are provided.

Keywords: gas supply system, gas motor fuel, automobile gas-filling compressor station, economic and ecological efficiency.

Анализ работы системы газоснабжения автотранспортной и сельскохозяйственной техники в регионах страны показывает, что имеются значительные диспропорции в развитии инфраструктуры автогазонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), низкие загрузки мощности и отсутствие комплексных методик перевода автотракторной техники на газомоторное топливо.

Решение этой важной государственной задачи требует комплексного подхода в исследовании как единого процесса функционирования газозаправочного и газоиспользующего оборудования, оптимального проектирования, строительства, эксплуатации сетей газоснабжения с учетом потребностей перевода автомобильной техники на газомоторное топливо, с оптимизацией технических решений для получения максимально-возможной эффективности.

Целью работы является определение методов повышения эффективности работы систем газоснабжения за счет создания региональных систем обеспечения газомоторным топливом автотранспорта и сельхозтехники.

Для достижения поставленной цели в работе определены и решены следующие основные задачи исследования:

- Выполнено обобщение и проведен анализ имеющегося опыта перевода автотранспорта и сельскохозяйственной техники на компримированный природный газ (КПГ) с целью разработки комплексного подхода к выбору направлений повышения эффективности эксплуатации региональных сетей газоснабжения.
- Разработана методика проведения испытаний и проект регионального полигона для испытания и отладки технологий перевода автотракторной техники на КПГ.
- Проведены экспериментальные исследования эксплуатационных характеристик работы газовых двигателей на компримированном природном газе и разработана методика организации технологии переоборудования автотракторной техники для работы на КПГ.
- Разработаны научные основы создания регионально-районных систем газоснабжения автотрак-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:27:58

Composite Default screen

торной техники газомоторным топливом на основе комбинированной схемы газообеспечения АГНКС–ПАГЗ–ГРС. В процессе промышленного эксперимента отработан стационарно-передвижной режим заправки на газораспределительных станциях.

Поставленные задачи решались с использованием теории моделирования физических процессов и методов математического анализа. Эксперименты проведены на промышленных образцах техники, а их результаты обработаны с применением методов математической статистики.

На основе теоретического обобщения работ отечественных и зарубежных ученых, результатов исследований автора, а также опыта эксплуатации АГНКС и автотранспортной техники, работающей на КПГ, исследована проблема развития систем газоснабжения для комплексного перевода автотранспорта и техники сельскохозяйственного назначения.

Разработана и внедрена схема газообеспечения АГНКС–ПАГЗ–ГРС, отработан стационарно-передвижной режим заправки на газораспределительной станции, предложена и обоснована комбинированная схема газоснабжения автотракторной техники на базе газораспределительных сетей поселковых, межпоселковых и магистральных газопроводов как элементов единой системы газоснабжения страны (ЕСГС).

Определены важнейшие из организационно-технических проблем и разработаны обоснованные решения по совершенствованию технологий перевода автотранспортной и сельскохозяйственной техники для использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива.

Практическая ценность работы состоит в создании методологии развития элементов газотранспортной сети для перевода автотранспортной отрасли и аграрно-промышленного комплекса страны на альтернативное топливо (сжатый природный газ), что значительно повышает экономическую и экологическую эффективность работы как сети газоснабжения, так и автотранспортной техники в промышленности и сельском хозяйстве.

Выполненные разработки способствовали практической реализации технологий перевода на КПГ более 50 моделей автотранспортных средств (легковые, автобусы, специальные, грузовые, грузоподъемные) и тракторов, в том числе впервые – гусеничных тракторов.

Теоретические и практические результаты работы, кроме производственной сферы, используются при чтении лекций и выполнении курсовых и дипломных работ для студентов РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина на кафедре "Нефтепродуктообеспечение и газоснабжение" и в Ставропольском государственном аграрном университете (СтГАУ) на кафедре "Тракторы и автомобили".

В рамках исследования выполнен анализ требований нормативных документов и современных технологий к комплексным системам снабжения транспортных средств ГМТ.

Проведено сравнение требований к моторным топливам для автотранспортных двигателей, определяющих энергетические свойства.

Автором описаны исследования современных подходов к использованию КПГ в регионах Российской Федерации, выполнен анализ регионального внутреннего рынка моторных топлив с учетом сельхозпотребителей на примере Владимирской области и Кочубеевского района Ставропольского края.

Выполненный анализ позволил определить цели и задачи развития сетей АГНКС на основе критериев максимальной прибыли, оптимального размещения, разработать методики организационно-технических решений, направленных на повышение эффективности использования ГМТ в регионах.

Показано, что в настоящее время единая система газоснабжения страны обеспечила условия для создания разветвленной сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Принципиальная схема газоснабжения автотракторной техники КПГ с использованием передвижных автогазозаправщиков (ПАГЗ) показана на рис. 1.

Представленная технологическая схема позволяет также использовать КПГ (в основном буферный) на газификацию малых поселков, фермерских хозяйств, полевых станов, сельхозпредприятий.

В работе исследовано влияние технических, технологических, экономических и организационных параметров обеспечения газомоторным топливом на повышение эффективности эксплуатации АГНКС.

При решении вопросов развития сети АГНКС необходимо учитывать, что она зависит от разных категорий потребителей. Автотранспортные предприятия эксплуатируют многочисленные модификации АТС (грузовые, легковые, автобусы, грузоподъемные и специальные), для которых важным требованием является минимальный холостой пробег для заправки как экономический критерий.

При решении вопросов развития сети АГНКС необходимо учитывать, что она зависит от разных категорий потребителей. Автотранспортные предприятия

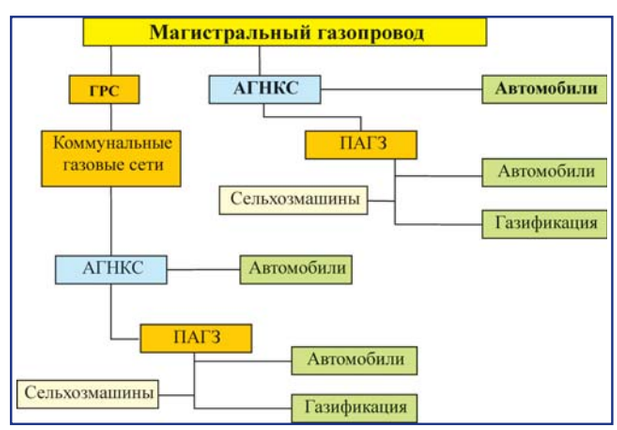

Рис. 1. *Принципиальная схема газоснабжения автотракторной техники*

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:02

Composite Default screen

эксплуатируют многочисленные модификации АТС (грузовые, легковые, автобусы, грузоподъемные и специальные), для которых важным требованием является минимальный холостой пробег для заправки как экономический критерий.

Сельскохозяйственные потребители характеризуются спецификой видов работ, обеспечивающих аграрно-технические операции в растениеводстве и обслуживании животноводства. Поэтому необходимо решать задачу обеспечения эффективности АГНКС с условием эффективности автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники [1].

Эта задача решается и осуществляется по этапам с постоянным уточнением технико-экономических показателей (ТЭП).

Рассматривая систему заправки автотракторной техники сжатым природным газом, следует подчеркнуть, что к ней применимы все нормы и принципы проектирования систем АЗС с учетом специфики, вытекающей из физико-химических свойств КПГ, технологии подготовки, заправки и его транспортировки [2].

Функционально систему газоснабжения моторной техники можно представить как взаимосвязанные блоки: газозаправочного и использующего оборудования выражением:

$$F = f\,(F_{\text{ГЗ}},\ F_{\text{ГИ}});$$

$$F_{\text{ГЗ}} = f(X_{\text{ОО}},\ X_{\text{ВО}},\ X_{\text{У}},\ X_{\text{А}},\ X_{\text{ЭЛ}},\ X_{\text{Б}});$$

$$F_{\text{ГИ}} = f\,(X_{\text{А}},\ X_{\text{Б}},\ X_{\text{В}}).$$

Применительно к проблеме развития системы обеспечения газомоторным топливом, автором использована методика размещения АЗС, разработанная отечественными учеными, сущность которой заключается в минимизации целевой функции Z, учитывая ограничения по рентабельности и пропускной способности АГНКС, выраженной функцией:

$$X_{\text{К min}} \le X_{\text{К}} \le X_{\text{К max}}\,. \qquad (1)$$

Целевая функция представляет сумму эксплуатационных затрат, включая доставку топлива на АГНКС, реинновационные отчисления от стоимости сооружения и реконструкции АГНКС, а также потери на АГНКС от простоя автотранспорта и ТРК, выраженную через число заправок и потери автотранспорта от холостого пробега. По аналогии с АЗС также решается задача определения мощности АГНКС с учетом списочного количества автомашин населенного пункта в зоне строительства новой АГНКС.

Решение задачи выполнялось в два этапа.

На первом этапе определяются параметры целевой функции (2):

$$Z = \sum_{i=1}^{n} Q\,N_i\,C_i + a_0\,N_i + \frac{b_0\,A_i}{N_i}; \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} N_i = S\,, \qquad (3)$$

где N_i – число заправок в i-м пункте; C_i – стоимость перевозки тонны ГМТ до i-го пункта; S – суммарное число заправок на конец расчетного периода; a_0 – расстояние холостого пробега; b_0 – коэффициент выхода на линию; Q – объем потребляемого топлива; A_i – количество автотранспорта в i-м пункте на конец расчетного периода; n – число пунктов размещения АГНКС.

На втором этапе формировалась сеть возможных мест расположения АГНКС, выбираемых из условия

$$N_{\text{р}} > N_{\min}\,, \qquad (4)$$

где $N_{\text{р}}$ – расчетное число заправок, рассчитываемое путем минимизации целевой функции Z; $N_{\min}$ – минимальное число заправок, при котором АЗС целесообразно сооружать.

Однако недостатком данной методики является произвольность выбора пункта возможного размещения АГНКС. Расчет загрузки по "пиковому" часу, как правило, завышает требуемую мощность станции, а включение в целевую функцию Z затрат в сфере автотранспорта на простои в ожидании заправки не отражает современных экономических отношений, а также специфику системы производства КПГ, включающую необходимость наличия магистральных газопроводов, сетей поселковых и межпоселковых, АГНКС и ПАГЗ.

Принцип проектирования сети АЗС, в соответствии с которым сначала произвольно выбирают достаточно большое количество подходящих площадок, а затем производят отбор тех из них, которые оказались расположенными наиболее удачно для потребителей, недостаточен при проектировании АГНКС.

В этой связи в качестве критерия оптимальности размещения АГНКС используется экономическая эффективность использования КПГ для транспортного средства, заправляющегося на данной станции. Экономическая эффективность в расчете на один автомобиль определяется по формуле

$$Э = Ц_{\text{а}}\left(\frac{S_2}{S_1} - 1\right) + \frac{И_1 - И_2 + E_{\text{Н}}\,(K_1' - K_2')}{P_2 + E_{\text{Н}}}\,, \qquad (5)$$

где $Ц_{\text{а}}$ – оптовая цена газобаллонного автомобиля; S_1, S_2 – фактическая производительность соответственно по базовому (нефтяное топливо) и расчетному варианту (метан); $И_1$, $И_2$ – годовые эксплуатационные издержки на один автомобиль (без учета отчислений на реновацию) соответственно по базовому и расчетному варианту; K_1', K_2' – капитальные вложения на один автомобиль соответственно для базового и расчетного вариантов; P_2 – коэффициент реновации, обратный срок службы автомобиля; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 *. 13:28:02

Composite Default screen

Необходимое среднесуточное число заправок $n_з$ для размещения АГНКС в зоне, где сформирована группа потребителей, определялось по формуле

$$n_з = \frac{A_n \ \alpha_п \ l_{сс}}{l_х}, \qquad (6)$$

где A_n – списочное число автомобилей, оснащенных ГБО в шт.; $\alpha_п$ – коэффициент использования парка ($\alpha_п$ = 0,6...0,8); $l_{сс}$ – среднесуточный пробег базового автомобиля на КПГ в км; $l_х$ – запас хода базового автомобиля на одной заправке в км.

Требуемое количество АГНКС N_A определялось по ее базовой пропускной способности в сутки $q_с$:

$$N_А = \frac{n_з}{q_с}. \qquad (7)$$

Размещение ПАГЗ предполагалось в районах концентрации автотранспорта (АТП) и сельхозмашин на площадках при отсутствии стационарных АГНКС.

Для расчета количества ПАГЗ на расчетный год принималось средневзвешенное расстояние доставки $l_{ср}$ дополнительного количества газа $Q_Д$ от АГНКС до потребителя

$$l_{ср} = \frac{\Sigma l_j \ n_i}{\Sigma n_i}, \qquad (8)$$

где l_j – расстояние доставки, км; n_i – количество ПАГЗ.

$$n_i = \frac{Q_г \ (l + t_{пр} \ m \beta_п v_т) \ k_н}{T_н \ n_{см} \ q \beta_г \ v_т \ k_и}, \qquad (9)$$

где $Q_г$ – годовой объем перевозок, т; l – расстояние перевозки, км; $t_{пр}$ – время простоя под погрузкой, разгрузкой и оформление документов за одну ездку, ч; m – число ездок с грузом (при $\beta_п$ = 0,50; 0,75; 1,00; m = 1,0; 1,5; 2,0 соответственно); $\beta_п$ – коэффициент использования пробега ($\beta_п$ = 0,5); $v_т$ – средняя техническая скорость, км/ч ($v_т$ = 36 км/ч); $k_н$ – коэффициент незавершенности перевозок ($k_н$ = 1,1); $T_н$ – годовой фонд времени пребывания автомобиля на линии ($T_н$ = 2019 ч); $n_{см}$ – число смен работы автомобиля на линии ($n_{см}$ = 2); q – грузоподъемность автомобиля, т; $\beta_г$ – коэффициент использования грузоподъемности; $k_и$ – коэффициент использования автотранспортных средств ($k_и$ = 0,8).

Большая разнотипность газотопливных систем, используемых для семейства базовых двигателей, потребовало проведения сравнительных испытаний их надежности.

В работе для выбора наиболее качественного газобаллонного оборудования проведена обработка результатов сравнительных испытаний разнообразных газотопливных систем по показателям надежности и трудоемкости обслуживания. В частности, расчет надежности проведен по методике РД 50-690–89. При этом основными расчетными показателями являлись средняя наработка на отказ и наработка до цензурирования для газобаллонного оборудования (ГБО).

Проведена статистическая обработка эксплуатационных данных ГБО, используемого на различных предприятиях, по наработкам на отказ и до цензурирования, причем в качестве аппроксимирующей функции распределения выбрано двухпараметрическое распределение Вейбула-Гнеденко:

$$F(t) = \begin{cases} 1 - \exp\left(-\dfrac{t^{\beta}}{a}\right), & t > 0 \\ 0, & t \le 0 \end{cases} \qquad (10)$$

определены начальные и уточненные оценки параметров выбранного распределения, на основе использования линеаризации эмпирической функции наблюдения подтверждена согласованность с видом функции распределения эксплуатационных данных по наработкам на отказ и до цензурирования со степенями соответствия R^2 = 0,96 и R^2 = 0,99 соответственно, получены плотности распределения времени работы до отказа (рис. 2) и до цензурирования (рис. 3).

Итоговые расчетные данные по надежности комплектов ГБО представлены в табл. 1.

При обработке первичных данных, полученных от опорных предприятий, были получены следующие оценки затрат на текущий ремонт и регулировки для рассматриваемых комплектов ГБО, которые указаны в табл. 2.

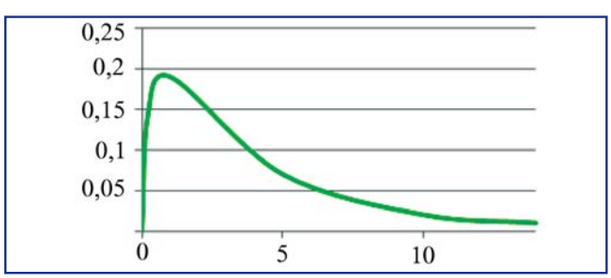

Рис. 2. *Функция плотности распределения времени работы до отказа* $f(t) = 0{,}23\, t^{0{,}21} \exp\left(-t^{1{,}21} / 5{,}17\right)$

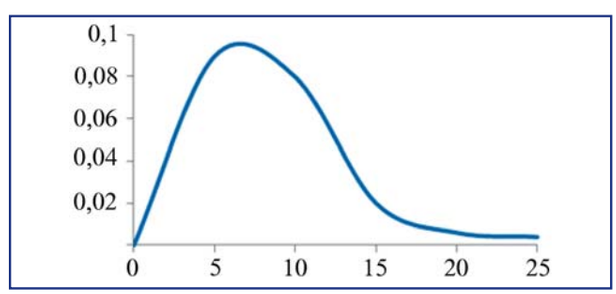

Рис. 3. *Функция плотности распределения времени работы до цензурирования* $f(t) = 0{,}04\, t^{0{,}76} \exp\left(-t^{1{,}76} / 44{,}86\right)$

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:07

Composite Default screen

Таблица 1

Расчетные данные по надежности ГБО

	Автосистема газ–бензин	РЗАА газ–бензин	САГА-7 газ–бензин	Мобильгаз Газодизель	Lovato газ–бензин
Средняя наработка на отказ, тыс. км $\overline{L}$ (тыс. км)	15,670	21,720	20,430	8,967	25,120
Коэффициент вариаций, ν	0,758	0,680	0,727	0,399	0,728

Полученные расчетные данные (табл. 2), а также данные трудовых затрат на текущий ремонт и регулировки подтвердили, что наиболее надежно и менее трудоемко ГБО Рязанского завода автомобильной аппаратуры и фирмы Lovato.

С целью исследования эксплуатационных характеристик газового двигателя, его надежности, безопасности и экологичности под научным руководством автора в Невинномысском ЛПУМГ по технической документации, разработанной МАДИ (ТУ) и ООО "Газпромом ВНИИГАЗ", исследованы эксплуатационные характеристики автомобилей и тракторов, работающих на КПГ. В качестве экспериментального оборудования был использован конвертированный дизельный двигатель КамАЗ 7408.10, установленный на автобусе А-4216.

Аналогичные испытания проведены с газовым двигателем зарубежного производства конвертированного дизеля RABA-MAN-2156, установленного на автобусе "Икарус-283" [3].

Показатели эксплуатационных исследований АТС, проведенных в Невинномысском ЛПУМГ совместно с МАДИ (ТУ) и ООО "Газпром ВНИИГАЗ", приведены в табл. 3.

Исследования, проведенные с целью определения надежности, эффективности функционирования газобаллонных систем автотранспортных средств, показали достаточную работоспособность систем и рекомендованы для промышленно-практического применения.

Таблица 2

Трудовые затраты на текущий ремонт и регулировки ГБО

Газотопливные системы	Чел./час на 100 авт. на 1000 км пробега, час	Годовые затраты в чел./час на 10 авт. при месячном пробеге 8 тыс. км
Автосистема "Газ–бензин"	4,37	42
РЗАА "Газ–бензин"	2,50	24
САГА-7 "Газ–бензин"	3,13	30
Мобильгаз "Газодизель"	20,83	200
Lovato "Газ–бензин"	1,90	18

Таблица 3

Показатели эксплуатационных испытаний автобусов с газовыми двигателями Невинномысского ЛПУМГ

Марка	Показатель	Ед. изм.	Год							
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
"Икарус-283"	Пробег	км	32 250	6970	16 987	20 185	4390	1994	–	–
	Расход КПГ	$м^3$	14 474	3489	8494	10 992	2195	1689	–	–
	Экономическая эффективность	руб.	99 084	20 138	45 270	52 170	74 870	7809	–	–
ЛИАЗ (А4216)	Пробег	км	9599	14 768	12 800	15 968	14 500	15 030	16 865	13 938
	Расход КПГ	$м^3$	4515	7384	6400	7984	7250	7508	6265	6969
	Экономическая эффективность	руб.	25 453	47 550	52 900	49 920	54 200	48 770	53 918	25 124

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:07

Composite Default screen

Таблица 4

Эффективность переоборудования тракторов для работы на компримированном газе (КПГ)

Показатель эффективности	Марка трактора		
	К-701	МТЗ-80/82	ДТ-75М
Капиталовложения на переоборудование (в ценах 2001–2002 гг.), тыс. руб.	83,7	61,1	40,0
Срок окупаемости (без учета заправочных средств), мес.	5	12	8

Также были исследованы эксплуатационно-технические характеристики трактора К-700А на тормозном стенде в Кубанском научно-исследовательском институте испытания тракторов и сельхозмашин (КубНИИТиМ) и в полевых условиях колхоза "Казьминский" и землях службы подсобного хозяйства и озеленения (ПСХиО) Невинномысского ЛПУМГ.

Исследования в газодизельном режиме трактора К-700А показали повышение производительности за час технологического времени на всех операциях от 3 до 11 % за счет увеличения мощности двигателя; снижение погектарного расхода топлива на 5...22 %, в том числе дизельного – на 31...42 %; общее снижение погектарного расхода топлива в стоимостном выражении составило 11...25 % [4].

Эффективность газовой моторизации тракторов показана в табл. 4.

На полях колхоза "Казьминский" с целью сравнения результатов эксплуатации газодизельного трактора с дизельным проведены их испытания в параллельной работе. Результат приведен в табл. 5, 6.

Испытания показали, что производительность газодизельного трактора выше дизельного более чем на 10 %, доля замещения дизельного топлива 55 %, что соответствует данным испытания на тормозном стенде.

Важным явились испытания пилотных образцов газодизельных тракторов модели МТЗ 80/82 с целью определения технических параметров газоиспользующей аппаратуры.

Впервые в России разработана и смонтирована газобаллонная установка (ГБУ) на гусеничном тракторе ДТ-75Д в соответствии с документальной разработкой во ВНИИГАЗе, были проведены стендовые испытания, ведутся эксплуатационные наблюдения, определен положительный экологический эффект, выявлены результаты, позволяющие заводу-изготовителю разработать конструкцию трактора с учетом работы его на газовом топливе.

Таблица 5

Результат параллельной работы тракторов

Газодизельный – ЛПУМГ				Дизельный – колхоза			Расходы на 1 га			На сколько часов хватает одной заправки газом	Выявленные замечания
пахота				пахота			газодизельный		дизельный, л		
время работы, час	площадь, га	расходы		время работы, час	площадь, га	дизельное топливо, л	дизельное топливо, л.	газ, м^3			
		дизельное топливо, л	газ, м^3								
7	14,3	130,0	172,0	9	14,9	199,0	9,1	12,2	13,4	8	не выявлено

Таблица 6

Затраты топлива при обработке почвы (пахоты) газифицированных тракторов К-700А

Вид работы	Глубина обработки, см	Норма выработки, га/см	Расход дизельного топлива, 1 га	Расход		Цена, руб		Стоимость обработки 1 га, руб.	
				дизельное топливо, кг	газ, м^3	дизельное топливо, кг	газ, м^3	на дизельном топливе	на газе
Пахота	18...20	12,8	18,7	4,7	14,0	6,0	3,15	112,0	72,3
Пахота	20...22	12,2	21,7	5,4	16,3	6,0	3,15	130,0	83,7

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:07

Composite Default screen

На основании выполненных исследований, эксплуатационно-технических характеристик отечественных марок тракторов разработано "Руководство по организации и проведению переоборудования тракторов для работы на компримированном природном газе" и выполнена научно-исследовательская работа по теме "Рекомендации и методические указания для подготовки и переподготовки механизаторских кадров и ИТР по эффективному использованию машинно-тракторных агрегатов (МТА) с двигателями, работающими на компримированном природном газе" [5].

Исследована эксплуатация малотоннажных газовых автомобилей с разными видами моторного топлива (бензин, СУГ, КПГ) в отдельно взятых предприятиях (Невинномысское ЛПУМГ, Карачаево-Черкескгаз).

Исследования показали, что эксплуатация автомобиля УАЗ-452 на КПГ в 1,25 раза дешевле, чем на пропан-бутане; в 2 раза дешевле, чем на бензине.

Исходя из полученных результатов экспериментов, определены потенциальные возможности газификации автомобильного транспорта в зоне обслуживания АГНКС в городах Невинномысск, Черкесск и селах Кочубеевского района.

Исследования обеспечивают технико-экономический анализ и комплексную оценку свойств газозаправочного и газоиспользующего оборудования в совокупности с особенностью функционирования сельхозтехники, позволяют разработать методику расчета объемов потребления КПГ в регионе и выполнить прогнозные расчеты развития парка техники, работающей на ГМТ, в регионально-районном разрезе. Определены источники газоснабжения на примере Владимирской области и Кочубеевского района Ставропольского края.

На основе расчетов выполнен прогноз развития автотранспорта и сельскохозяйственной техники.

Из всех видов пассажирского транспорта первое место принадлежит автобусному транспорту, являющемуся основным в городах и сельской местности. Качественное изменение грузового автотранспорта выразилось в снижении средней грузоподъемности, большей специализации и дальнейшей дизелизации автопарка грузовых машин при сокращении объемов их выпуска. Парк грузовых автомобилей РФ составляет 5 167 849 ед. (2008 г.).

Удельный вес в структуре легкового транспорта более 75 % принадлежит индивидуальным владельцам. В целях прогнозирования количества легкового транспорта в главе использован способ логического модулирования численности населения, выполнена прогнозная оценка обеспеченности легковыми автомобилями жителей Владимирской области на период до 2020 г.

Изменение численности автомобильного парка по видам АТС должно прогнозироваться с учетом следующих факторов:

- **для легкового автотранспорта** – по изменению численности населения и уровню обеспеченности граждан легковым автотранспортом на 1000 чел.;
- **для грузового автотранспорта** – рост объема грузоперевозок или соответственно рост потребности в моторных топливах;
- **для автобусного парка** – рост объемов пассажироперевозок, связанных с изменением численности населения и увеличением автомашин в личном пользовании граждан;
- **для сельскохозяйственной техники** – увеличение производства сельскохозяйственной продукции.

Предложена методика оценки норм расхода моторных и газовых топлив с учетом дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов по видам автомобилей.

Для легковых автомобилей нормирующее значение расхода топлива рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_{\text{Н}} = 0{,}01\, H_s\, l_{\text{а}}\, (1 + 0{,}01\, K_{\text{п}}), \qquad (11)$$

где $Q_{\text{Н}}$ – нормативный расход топлива, литры; H_s – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км; $l_{\text{а}}$ – пробег автомобиля, км; $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме в процентах.

Для бортовых грузовых автомобилей или автопоездов нормирующее значение расхода топлива рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_{\text{Н}} = 0{,}01\{(H_s\, H_g\, G_{\text{пр}})\, l_{\text{а}} + H_w\, G_{\text{гр}}\, l_{\text{гр}}\}\, (1 + 0{,}01\, K_{\text{п}}), \qquad (12)$$

где $Q_{\text{Н}}$ – нормативный расход топлива, л или м^3; H_s – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км или м^3/100 ткм; H_g – норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 ткм или м^3/100 ткм; $G_{\text{пр}}$ – собственная масса прицепа или полуприцепа, т; $l_{\text{а}}$ – пробег автомобиля, км; H_w – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 ткм или м^3/100 ткм; $G_{\text{гр}}$ – масса груза, т; $l_{\text{гр}}$ – пробег автомобиля с грузом, км; $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме в процентах.

Для автобусов нормируемое значение расхода топлива устанавливается аналогично легковым автомобилям:

$$Q_{\text{Н}} = 0{,}01\, H_s\, l_{\text{а}}\, (1 + 0{,}01\, K_{\text{п}}) + H_{\text{ОТ}}\, T, \qquad (13)$$

где $H_{\text{ОТ}}$ – норма расхода топлива на работу штатных независимых отопителей, л/час; T – время работы автомобиля с включенным отопителем, час.

Для тракторов нормирующее значение расхода топлива рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_{\text{Н}} = H_{\text{Т}}\, T_{\text{р}}\, (1 + 0{,}01\, K_{\text{п}}), \qquad (14)$$

где $H_{\text{Т}}$ – базовая норма расхода топлива на работу трактора, л/час; $T_{\text{р}}$ – время работы трактора в году, час.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:08

Composite Default screen

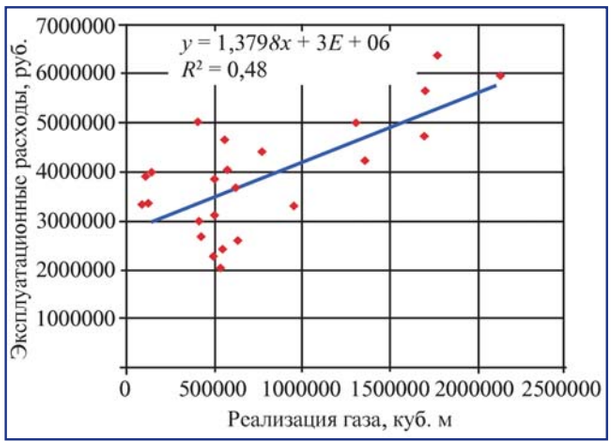

Рис. 4. *Зависимость эксплуатационных затрат АГНКС от годовой реализации КПГ*

На основе структуры эксплуатационных расходов, принимая линейную аппроксимацию данных, получили зависимость эксплуатационных затрат АГНКС (рис. 4) $З_э$ (руб/год) от годовой реализации Q (м^3/год) в виде

$$З_э = 282\,300 + 1{,}3798\,Q\,. \qquad (15)$$

Предложенная методика расчета потребности в КПГ, определение основных источников для газоснабжения АГНКС является основополагающей в разработке научных основ развития региональных систем обеспечения газомоторным топливом.

Работы, выполненные в ряде научно-исследовательских учреждений, и в первую очередь ОАО "Газпром ВНИИГАЗ", подтверждают, что эффективность заправки автотракторной техники во многом зависит от схемы построения сети заправочных станций и их индивидуальной пропускной способности (мощности).

Для определения конфигурации сети газообеспечения техники, применяемой в сельскохозяйственном производстве, нами использованы критерии, введенные и описанные И.Ф. Маленкиной в монографии "Система обеспечения эффективного развития и эксплуатации сети метановых автозаправочных станций" (2005 г.). При этом автором введены новые критерии, такие как *Потенциальная емкость потребления компримированного природного газа*, характеризующая потребительскую возможность использования КПГ в качестве моторного топлива для автотранспортного сектора в рассматриваемом регионе. С учетом потенциального спроса на КПГ в сельскохозяйственном секторе экономики в работе предложены следующие дополнительные факторы, влияющие на расчет прогнозного спроса на КПГ, такие, как: численная и структурная динамика регионального автомобильного парка и объемы транспортных перевозок.

Автором отмечено, что критерий $P_{г.н.п}$ *Территориальная плотность газифицированных населенных пунктов*, характеризующий уровень развития сетей газоснабжения и возможность развития рынка КПГ в регионе, и *Уровень урбанизации* $У_р$ применимы для ранжирования субъектов РФ не пригодны в части микроанализа, т.е. оценки и возможности сооружения АГНКС в населенных пунктах на территории отдельного района. В этом случае наиболее предпочтительным является использование показателей, "привязанных" к районам. К таким показателям следует отнести:

– максимальный потенциал реализации (КПГ) – J_Q:

$$J_Q = \sum_{i=l}^{K} \frac{H_{a_i}\, l_{ср_i}}{100}\, N_i\, K_r\,, \qquad (16)$$

где H_{a_i} – норма расхода топлива i-й группы АТС, нм^3/100 км; $l_{ср_i}$ – среднегодовой пробег АТС i-й группы, км; N_i – число АТС i–й группы; K_r – коэффициент газификации АТС;

– коэффициент удаленности от системы газоснабжения

$$K_у = \frac{0{,}5\, l_з}{l_{МГП}}\,, \qquad (17)$$

где $l_з$ – пробег АТС на одной заправке КПГ, км; $l_{МГП}$ – расстояние от центра района области до ближайшего МГ, км.

При оценке эффективности проекта использован чистый приведенный доход (*NPV*):

$$NPV = \sum_{i=1}^{T} (R_i - З_i)\, \beta_{t_i} - K_А - K_{ГБО}\,, \qquad (18)$$

где R_i – результат в i-м году; $З_i$ – затраты в i-м году; β_i – коэффициент дисконтирования; $K_А$ – стоимость АГНКС; $K_{ГБО}$ – стоимость газобаллонного оборудования.

Реализация газа на АГНКС Q в год:

$$Q = \sum V_з \frac{l_{ср}}{l_з}\, \gamma\, q_s\, \frac{S_{об}}{m}\,. \qquad (19)$$

Затраты на покупку газа $З_п$:

$$З_п = Q Ц_{ГП} = \sum V_з \frac{l_{ср}}{l_з} \times \gamma\, q_s\, \frac{S_{об}}{m}\, Ц_{ГП}\,, \qquad (20)$$

где $Ц_{ГП}$ – цена закупки газа у ОАО "Газпром", руб./м^3; $V_з$ – объем заправки баллонов АТС, н·м^3; $l_{ср}$ – пробег АТС на одной заправке КПГ, км; γ – доля АТС, переведенных на КПГ; q_s – плотность АТС, ед/км^2; $S_{об}$ – общая площадь зоны обслуживания АГНКС, км^2; m – число АГНКС.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:12

Composite Default screen

При условии $R - З = \text{const}$ по годам расчетного периода уравнение чистой дисконтированной прибыли (ЧДП) для одной АГНКС имеет вид:

$$ЧДП_j = ((R\,0{,}82 - З_э)\cdot 0{,}66 - K_А\,\delta)\times \times \sum \beta_t - K_А - \frac{K_{ГБО}}{m}, \quad (21)$$

где R – выручка от реализации газа через АГНКС, руб; δ – коэффициент отчисления налогов на имущество (2,2 %); 0,66 – коэффициент, учитывающий налоговые отчисления на прибыль (34 %);

$$R = \gamma\,(Ц_{ПР} - Ц_{ГП}) \sum V_з \frac{l_{ср}}{l_з} q_s \frac{S_{об}}{m}. \quad (22)$$

Суммируя по всем АГНКС, получим:

$$ЧДП = \sum_{j=1}^{m} ЧДП_j = = \sum\{((R\,0{,}82 - З_э)\cdot 0{,}66 - K_А\,\delta) \sum \beta_t\} - - m\,K_А - K_{ГБО}. \quad (23)$$

Условием принятия проекта будет выполнение условия (31):

$$ЧДП \geq 0, \quad (24)$$

при ограничении

$$r = \sqrt{\frac{S_p}{\pi \cdot m}} \leq \frac{l_з}{4}, \quad (25)$$

где r – радиус зоны обслуживания АГНКС, км; S_p – площадь региона.

Эффективность перехода на газовое топливо техники для индивидуальных владельцев определяется такими факторами:

– срок окупаемости вложенных средств, включая сопутствующие затраты;

– удобство эксплуатации техники и его заправки.

Условие эффективного переоборудования автотракторной техники на работу на ГМТ выражается формулой

$$\sum_{T_0} (Э_t - З_t)\,\beta_t - K \geq 0; \quad (26)$$

$$З_t = З_l + З_у, \quad (27)$$

где $Э_t$ – экономия затрат на топливо в t году; $З_t$ – дополнительные затраты при эксплуатации ГБА, включающие увеличение холостых пробегов на заправку на АГЗС или АГНКС по сравнению с АЗС; $З_у$ – затраты на установку ГБО; β – коэффициент дисконтирования; K – стоимость комплекта ГБО и его установки, руб.

Исходя из оценки объемов потребления КПГ, числа необходимых мобильных средств доставки КПГ для сельскохозяйственной техники в полевых условиях, количества рейсов ПАГЗ с оценкой удельных затрат на единицу техники для определения целесообразности переоборудования транспортных средств и создания средств заправки разработаны рекомендации по выбору мест расположения АГНКС на территории субъектов РФ с целью оптимального уплотнения существующей газозаправочной сети.

Для выбора мест размещения АГНКС использован метод поиска координат расположения станции (X_0, Y_0) по критерию минимального холостого пробега АТС и доставки ГМТ для сельхозмашин от мест дислокации с координатами (X_i, Y_i).

Расстояние от АГНКС до любого пункта определяется по формуле:

$$L_i = \sqrt{(X_i - X_0)^2 + (Y_i - Y_0)}. \quad (28)$$

Суммарная транспортная работа всех АТС при пробеге на заправку из i пункта до АГНКС при потребности в газе Q_t, тыс. м^3 км/год,

$$A = \sum Q_i \sqrt{(X_i - X_0)^2 + (Y_i - Y_0)^2}. \quad (29)$$

Оптимальные координаты X_0, Y_0 найдем условия

$$\frac{\partial A}{\partial X_0} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial Y_0} = 0 \quad (30)$$

или

$$X_0 = \frac{\sum \frac{Q_i\,X_i}{L_i}}{\sum \frac{Q_i}{L_i}}; \quad Y_0 = \frac{\sum \frac{Q_i\,Y_i}{L_i}}{\sum \frac{Q_i}{L_i}}. \quad (31)$$

Координаты находятся методом последовательных приближений, принимая начальные значения равными средним по числу (K) рассматриваемых мест размещения АГНКС:

$$X_0 = \frac{\sum X_i}{K}; \quad Y_0 = \frac{\sum Y_i}{K}. \quad (32)$$

Нами предложена методология для решения задачи развития региональной автозаправочной сети, для условий использования альтернативных видов топлива (СУГ, Биогаз) и базирования на разветвленной сети магистральных газопроводов в сочетании с существующими и проектируемыми поселковыми и межпоселковыми газопроводами.

Разработана принципиальная схема обеспечения сельскохозяйственных предприятий Кочубеевского

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:12

Composite Default screen

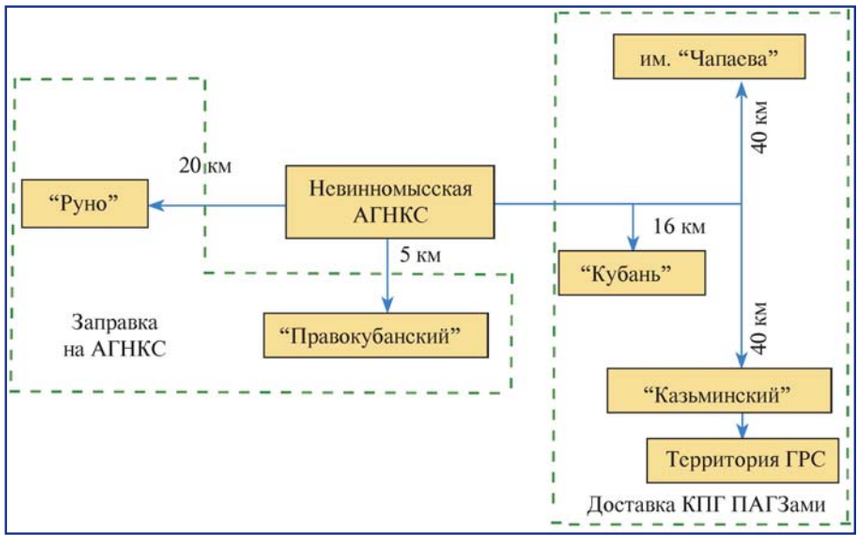

Рис. 5. *Принципиальная схема доставки и заправки КПГ сельхозпредприятий Кочубеевского района Ставропольского края*

района с использованием ПАГЗ и площадки ГРС представлена на рис. 5.

Для ее практической реализации впервые разработана и внедрена схема газообеспечения – АГНКС–ПАГЗ–ГРС, отработан стационарно-передвижной режим заправки на газораспределительной станции. Схема позволяет рационально использовать газозаправочное оборудование, повысить производительность труда и загрузку эксплуатационного персонала.

Построение схемы основано на секционировании и кольцевании магистральных, межпоселковых и поселковых газопроводов с комплексом заправок (ПАГЗ, сжиженным природным, СНГ и др.).

Схема (рис. 6) предполагает комбинированный комплексный технологический подход, позволяющий:

– использовать существующие АГНКС;

– осуществить привязку блочных АГНКС к магистральным газопроводам, размещая их на ПХГ, КС, ГРС, РЭП, что дает существенную выгоду в загрузке газопроводов-отводов, в минимизации численности обслуживающего персонала на АГНКС (используется штатный персонал ГРС);

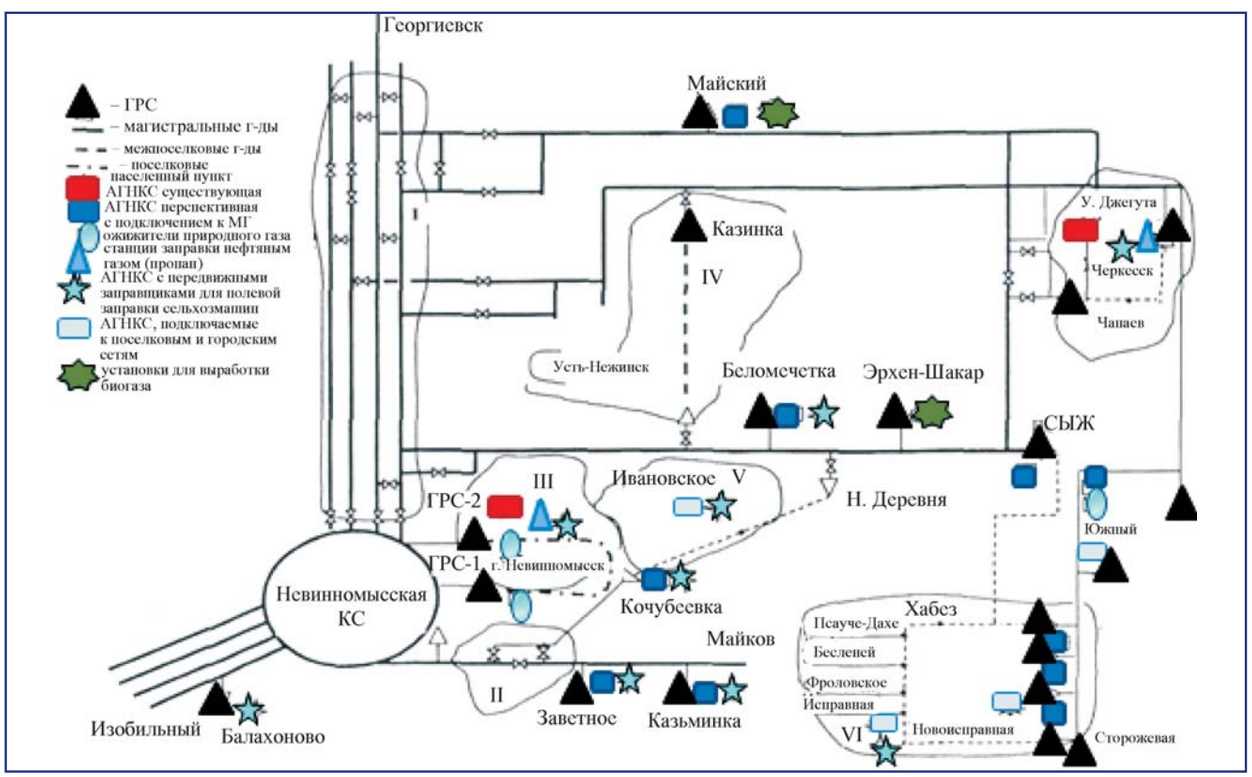

Рис. 6. *Комбинированная схема газозаправок на базе Невинномысского газотранспортного узла*

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:32

Composite Default screen

– используя научно-технические достижения в технологии сжиженного природного газа (СПГ), разместить ожижители газа на крупных ГРС;

– использовать опыт размещения газонаполнительных станций (ГНС) на существующих АГНКС в городах и районных центрах для обеспечения нефтяным сжиженным газом (НСГ) автомобилей и коммунально-бытовых нужд населения;

– осуществить размещение блочных мини-АГНКС в городах и населенных пунктах с подключением их к межпоселковым и поселковым сетям низкого давления (0,3; 0,6; 1,2 МПа);

– использовать межпоселковые газопроводы и сети предприятий для подключения когенерационных установок для автономного электротеплоснабжения предприятий и населения;

– разработать технические требования для проектирования обеспечивающих комплексное решение загрузки газопроводов-отводов, в том числе и привязки на них АГНКС;

– разместить биогазовые установки на крупных сельхозпредприятиях, в первую очередь на птицефабриках;

– использовать передвижные газозаправщики для доставки газомоторного топлива для потребителей, удаленных от газовых сетей, и в первую очередь для сельскохозяйственных, при этом используя схемы стационарно-передвижные, объездные, челночные и т.п.

Реализация предлагаемой схемы дает возможность надежно обеспечить газовым моторным топливом как автомобильный транспорт, так и сельскохозяйственный (тракторы, комбайны), железнодорожный (тепловозы), авиационный (самолеты).

Для обоснования и практического построения системы обеспечения ГМТ потребителей и в первую очередь сельхозпредприятий выполнено ТЭО регионального испытательного полигона по переоборудованию сельскохозяйственной техники на газ для образцов вторичного рынка и структура полигона, разработчиком которого является автор. Полигон создается на базе колхоза-племзавода "Казьминский" [6].

Функционально полигон предусматривает увязку организационно-технологической цепи: разработка и изготовление ГБО с последующим изготовлением пилотных образцов на пункте переоборудования "Кавказавтогаз" в г. Невинномысске, с передачей их на обкатку в службу сельского подсобного хозяйства и озеленения (ПСХиО) Невинномысского ЛГГУМГ. Обкатанный и отлаженный образец техники передается в колхоз для эксплуатации. Промышленное(массовое) переоборудование тракторной техники с ГБО осуществляет ОАО "Кочубеевский ремонтный завод" на договорных условиях с колхозом.

Газозаправочную функцию осуществляет "Кавказавтогаз" – филиал ООО "Газпром трансгаз Ставрополь", используя в комплексе АГНКС в селе Казьминское и полевые ПАГЗы.

Научно-техническое сопровождение функционирования полигона осуществляют ООО "Газпром ВНИИГАЗ", "Автосистема", НАТИ, ГНУ ВИМ и ООО "Газпром трансгаз Ставрополь". Координацию

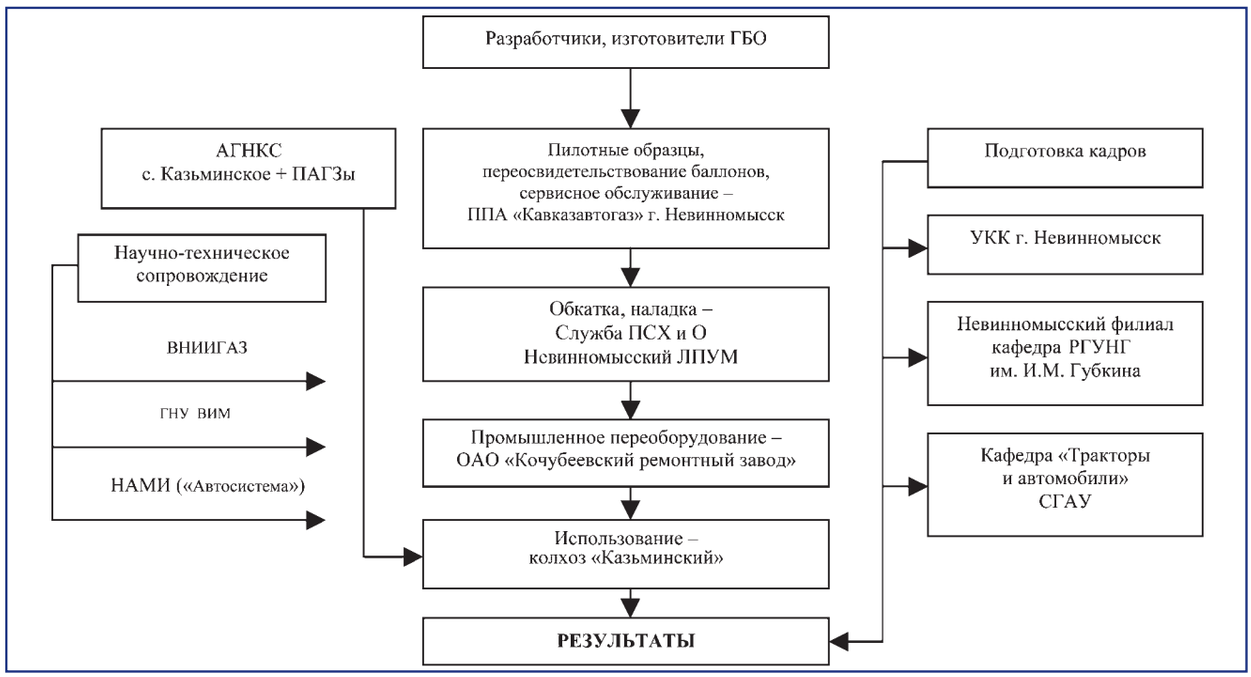

Рис. 7. *Состав участников и организационная структура полигона по внедрению оборудования по использованию КПГ в качестве моторного топлива для сельхозмашин на базе колхоза "Казьминский" Кочубеевского района Ставропольского края*

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:32

Composite Default screen

функционирования полигона осуществляет Невинномысский филиал кафедр РГУ нефти и газа.

Участники проекта и организационная структура проведения работ представлены на схеме (рис. 7).

Учитывая расположение отделений колхоза в населенных пунктах (Гусаровское, Благодарное, Вревское) и количество тракторной техники, определены среднесуточные объемы потребляемого газа и рассчитано число ПАГЗ, определены маршруты доставки КПГ.

Выполнена оценка снижения вредных загрязняющих веществ (ЗВ) и предотвращенного экологического ущерба. Расчеты показывают высокую экологическую эффективность предлагаемых мероприятий. В результате замены 365 единиц АТС, работающих на ЖМТ, на КПГ выбросы в атмосферу от выхлопных газов могут быть сокращены приблизительно на 63 %.

Экономия от замещения нефтяного топлива составляет более 20,1 млн руб. в год, с учетом экологического фактора – 25,8 млн руб. в год.

Организация полигона позволяет повысить эффективность и конкурентоспособность главной задачи АПК Российской Федерации.

Выводы

Природный газ универсальный, перспективный энергоноситель, использование его в качестве моторного топлива решает важные экономические, экологические и социальные проблемы.

Анализ работы сети газоснабжения автотракторной техники в регионах показал малую ее эффективность.

Доказано, что перевод автотранспортной и сельскохозяйственной техники на ГМТ представляет реальную решаемую задачу в краткие сроки.

На базе действующей сети разработана методология комплексного развития систем обеспечения ГМТ, как элемента ЕСГ страны.

Показано, что комбинированная схема на основе ГРС и передвижных средств способна увеличить загрузку АГНКС более чем на 10 %.

Разработанная комплексная схема АГНКС–ПАГЗ–ГРС позволяет наиболее эффективно решать проблемы перевода автотракторной техники на ГМТ.

Наряду с доставкой ГМТ в сельхозпредприятия схема позволяет организовать газоснабжение малонаселенных пунктов, удаленных от газовых сетей.

Разработана методика по совершенствованию технологии перевода автотракторной техники на КПГ.

Предложена концепция испытательного полигона для перевода сельхозтехники на ГМТ.

Доказана эффективность использования КПГ в регионах. Работа развивает важное направление науки по снижению потребления топливно-энергетических ресурсов в РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Коклин И.М., Ресть О.А., Прохоров А.Д.** Село – стратегически перспективный потребитель газомоторного топлива // Международный научно-технический журнал Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо (АГЗК+АТ). 2009. № 2 (44). С. 23–30.
2. **Прохоров А.Д.** Системы оптимизации и распределения нефтепродуктов. Автореферат дис. ... д-ра техн. наук. М. 1999.
3. **Коклин И.М., Прохоров А.Д., Хачиян А.С.** Эксплуатационные испытания автотранспортных средств на газомоторном топливе: Материалы заседания секции "Распределение и использование газа" Научно-технического совета ОАО "Газпром" (г. Сочи, 21–23 мая 2008 г.). М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2008. 68 с.
4. **Коклин И.М.** Опыт эксплуатации газобаллонных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2000. № 7. С. 16–17.
5. **Коклин И.М., Савельев Г.С., Подосинников В.В., Шапкайц А.Д., Кауров Е.Т., Лобанов Н.Л., Лагашкин М.И.** Руководство по организации и проведению переоборудования тракторов для работы на компремированном природном газе ВРД 39-1.20-019–2000. М.: ВНИИГаз, 2000. 78 с.
6. **Коклин И.М., Маленкина И.Ф., Тимофеев В.В.** Технико-экономическое обоснование создания испытательного полигона для сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе // Международный научно-технический журнал Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 1. С. 30–33.

Редакционный совет и сотрудники редакции журнала поздравляют **Ивана Максимовича Коклина,** *постоянного автора и друга "АГЗК+АТ" с защитой ученой степени "Доктор технических наук"! И желают ему здоровья, успехов и надеются на дальнейшее сотрудничество.*

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:33

Composite Default screen

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ АГРЕССИВНЫХ СРЕД ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Н.Д. Цхадая, д-р техн. наук, **З.Х. Ягубов,**
д-р техн. наук, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта;
Э.З. Ягубов, д-р техн. наук, Дальневосточный федеральный университет, филиал в г. Находке

В статье описаны конструктивно-технологические принципы повышения эксплуатационной надежности нефтегазопроводов путем создания многоканальных трубопроводов с применением стеклопластиковых труб.

Ключевые слова: многоканальный трубопровод, стеклопластиковая труба, герметичность, нефтегазопровод, восстановление трубопроводов, бестраншейный ремонт.

MULTICHANNEL PIPELINES TO TRANSPORT AGGRESSIVE MEDIA UNDER HIGH PRESSURE

N.D. Tshadaya, professor, doctor of technical sciences, **Z.K. Yagubov,**
professor, doctor of technical sciences, head of the Automation of technological processes department, USTU; **E.Z. Yagubov,** doctor of technical sciences, deputy director of the Far Eastern Federal University Branch in Nakhodka

This article describes the desing and technological principles for improving operational reliability of oil and gas pipelines by building multichannel pipelines with the use of GRP pipes.

Keywords: multichannel pipelines, GRP pipes, leakproofness, oil and gas pipeline, rehabilitation of pipelines, trenchless repair.

Как показывает практика, нормальный период эксплуатации стальных трубопроводов в лучшем случае составляет не более 10–25 лет (в промысловых условиях трубопроводы работают не более 1–2 лет; на большинстве месторождений Урала и Западной Сибири вследствие большого количества высокоминерализованной воды стальные трубопроводы выходят из строя, как правило, через 2–3 года [1]). 90 % аварий на нефтегазопроводах происходят вследствие коррозионного разрушения материала труб.

Важным фактором обеспечения надежности служит правильный выбор материала для сооружения, ремонта, восстановления и реконструкции систем трубопроводного транспорта.

К таким материалам на современном этапе следует отнести стеклопластики, использование которых в изделиях наукоемких технологий (в авиа-ракетно-космической технике, судостроении) позволило сделать качественный скачок в совершенствовании производства трубных конструкций высокого давления повышенной прочности и коррозионной стойкости.

Переход на применение стеклопластиковых труб взамен стальных обусловлен следующими преимуществами [2, 3]:

- высокая механическая прочность;
- высокая коррозионная стойкость;
- анизотропия свойств КМ позволяет получать равнопрочные конструкции, рационально используя при этом материал, что невозможно в случае применения в качестве материала для труб изотропных сталей;
- низкая теплопроводность, позволяющая в ряде случаев избегать применения теплоизоляционных покрытий;
- устойчивость к воздействию агрессивных сред и микроорганизмов, к воздействию грунтовых и сточных вод, корродирующих грунтов;
- высокая стойкость к абразивному износу;
- практически зеркальная внутренняя поверхность исключает парафиновые и соляные отложения и снижает гидравлическое сопротивление, тем самым повышая пропускную способность труб;
- низкий удельный вес при погрузочно-разгрузочных работах и монтаже труб диаметром до 600 мм позволяет обходиться без специальных подъемно-транспортных машин;
- при монтаже не требуются высококвалифицированные рабочие, снижается трудоемкость;
- гарантийный срок службы таких труб – не ниже 30 лет.

Однако практика создания нефтегазопроводов из композиционно-волокнистых материалов столкну-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:33

Composite Default screen

лась с двумя главными проблемами, требующими научного изучения и решения:

1. Низкая трещиностойкость стенок труб под действием внутреннего давления и возникающая при этом вероятность утечек транспортируемых сред с последующим разрыхлением структуры композита, и, как следствие, снижение прочности [2, 4].

2. При использовании герметизирующих слоев с целью решения проблемы 1 – возникновение "кессонного отслаивания" герметизирующего слоя при сбросах внутреннего давления, приводящее к разгерметизации трубопровода [5].

В связи с этим авторами была разработана конструкция многоканальных трубопроводных систем, работающих на принципе внешнего противодавления, компенсирующего напряженное состояние трубных конструкций, находящихся под внутренним давлением перекачиваемой среды. Конструктивно-технологически эта концепция была реализована в конструкции многоканального трубопровода, предназначенного для одновременной транспортировки двух и более разных продуктов (в частности, жидкого и газообразного) под высоким давлением [6–11].

Справедливости ради следует отметить, что сама идея многоканальных трубопроводов, безусловно, не нова (в частности, такие системы широко используются в криогенной технике [12–14]). Однако авторы предлагают иной подход к использованию таких трубопроводов.

Предлагаемый проект многоканальных трубопроводных транспортных систем существенно расширяет технологические возможности трубопроводов, делает их безопасными и надежными для транспортировки агрессивных сред, позволяет более рационально и целесообразно использовать возможности проложенного многокилометрового трубопровода (например, позволяет одновременно и/или разнонаправленно транспортировать различные по природе, номенклатуре и назначению продукты).

Конструктивно многоканальный трубопровод состоит из наружных средненапорных труб (металлических или стеклопластиковых) и внутренних стеклопластиковых труб меньшего диаметра для транспортировки жидкого или газообразного продукта под высоким давлением.

Такая конструкция магистрального трубопровода особенно привлекательна для создания совмещенной (комплексной) нефтегазовой транспортной системы, обеспечивающей более надежную защиту окружающей среды, одновременную подачу нефти (по внутреннему трубопроводному каналу) и газа (по внешнему кольцевому или серповидному каналу).

Такой трубопровод предполагает экономичность укладки магистрали, так как укладочные работы автономных параллельных нефте- и газопроводов требуют больших затрат. Подаваемый по наружному каналу газообразный продукт выполняет функции эффективной теплоизоляции внутреннего трубопроводного канала, транспортирующего жидкий продукт под высоким давлением. Причем использование для транспортировки нефти стеклопластиковой трубы снимает проблемы коррозии нефтепровода и позволяет повысить гарантийные сроки его безаварийной эксплуатации.

Таким образом, в совокупности указанные достоинства многоканального трубопровода позволяют рекомендовать использовать его при транспортировке нефти и газа.

Следует отметить, что аналогичные конструкции могут быть предложены для использования при транспортировке и хранении криогенных сред. В настоящее время в различных областях промышленности, например, в машиностроении, металлургии, энергетике, пищевой промышленности, ракетно-космической технике, сельском хозяйстве активно используют жидкие криогенные продукты (метан, кислород, водород, гелий, азот и аргон). Широкое использование указанных веществ в жидком состоянии обусловлено, с одной стороны, общим прогрессом развития криогенной техники – совершенствованием процессов и оборудования для сжижения и выделения из газовых смесей перечисленных продуктов, а также оборудования для хранения продуктов и их транспортирования. С другой стороны, на протяжении последних десятилетий отмечен возрастающий спрос на криогенные продукты в связи с техническими и экономическими преимуществами использования криогенных температур в различных областях народного хозяйства.

Промышленные масштабы использования жидких криогенных продуктов обусловили необходимость создания систем для хранения и выдачи продуктов потребителям с требуемыми параметрами. Основная сложность хранения и использования жидких криагентов связана с тем, что эти жидкости имеют высокую испаряемость даже при малых теплопритоках. Помимо этого криогенные трубопроводы должны сохранять работоспособность во всем диапазоне рабочих температур от –50 °С до температур транспортируемых продуктов и обеспечивать достаточно малый теплоприток из окружающей среды.

В настоящее время эту проблему решают путем использования в качестве конструкционных материалов для криогенных трубопроводов нержавеющих дорогостоящих сталей типа 12Х18Н10Т или инвар 36НХ. Учитывая отличные физико-механические характеристики стеклопластиков, а также высокую морозостойкость или криогенные свойства, можно значительно удешевить криогенные транспортные системы применением разработанных многоканальных трубопроводов, где проблема проницаемости стеклопластиковой стенки будет решаться путем создания противодавления со стороны межтрубного пространства. Преимущество такой конструкции перед существующими, в первую очередь, заключается в высокой степени безопасности, связанной с взрывобезопасностью, безосколочностью разрушений, огнестойкостью и негорючестью, а также химической стойкостью к транспортируемым криогенным средам.

Предлагаемый многоканальный трубопровод (рис. 1) для транспортирования жидкости и/или газа под высоким давлением состоит из наружной низко-

gaz5.13(1-56).ps agz15.13(1-56) 29 ° 2013 ". 13:28:34

Composite Default screen

напорной трубы *1* и размещенной внутри высоконапорной трубы *2*. Трубы *1* и *2* разделены опорами скольжения *3*, выполненными в виде кольцевых элементов из антифрикционного эластичного материала, например полиэтилена, и которые предотвращают прямой контакт наружной и внутренней труб между собой, облегчают монтаж внутреннего трубопровода и предотвращают повреждение рабочих поверхностей трубопроводных магистральных каналов. Кроме того, они способствуют гашению вибраций трубопроводов, возникающих в период их эксплуатации. Внутри трубы *1* могут быть смонтированы два или более параллельных высоконапорных трубопровода *2* одинакового или неодинакового диаметра (рис. 1, *в*).

Многоканальный трубопровод для одновременной транспортировки жидких и/или газообразных продуктов различной природы, или качества, или степени переработки, т.е. более двух видов продуктов, может иметь соответствующее количество промежуточных средненапорных трубопроводов *4* (рис. 1, *г*). Внутренние высоконапорные трубы *2* и промежуточные средненапорные трубы *4*, свободно уложенные в низконапорном трубопроводе *1*, должны быть сориентированы и зафиксированы внутри трубы *1* с помощью направляющих и ориентирующих пластинчатых упругокомпенсационных фиксаторов положения *5* (рис. 1, *д*, *е*), выполненных в виде тонких упругих пластинчатых траверс-рессор, устанавливаемых в межтрубном зазоре с натягом, обеспечивающих фиксацию заданного положения высоконапорного и/или средненапорного трубопроводов внутри низконапорного канала и допускающих приращение или изменение диаметров трубопроводов в системе многоканального трубопровода при его эксплуатации.

Компенсационно-фиксирующие траверсы-рессоры используются одновременно в качестве ориентирующих элементов и опор скольжения при монтаже многоканального трубопровода. Кроме того, они выполняют функции гасителей вибраций, генерируемых пульсациями давления транспортируемых продуктов.

Трубопроводные каналы могут быть выполнены из труб любого типа, изготовленных из любых используемых материалов. Однако высоконапорные *2* и средненапорные трубопроводы *4* предпочтительно изготавливать из стеклопластиковых или термопластовых (например, полиэтиленовых) труб, так как в условиях внешнего гидростатического противодавления они способны надежно функционировать при транспортировке самых агрессивных и высокотоксичных продуктов под высоким давлением в течение всего расчетного периода безаварийной эксплуатации трубопровода. Сроки безаварийной эксплуатации таких труб в газонефтепроводах превышает по крайней мере на 20–30 лет сроки функционирования стальных.

Высоконапорные трубопроводные каналы *2* служат для транспортирования жидких или газообразных продуктов, представляющих экологическую или техногенную опасность.

Низконапорный трубопроводный канал *1* при этом заполняется транспортируемым продуктом,

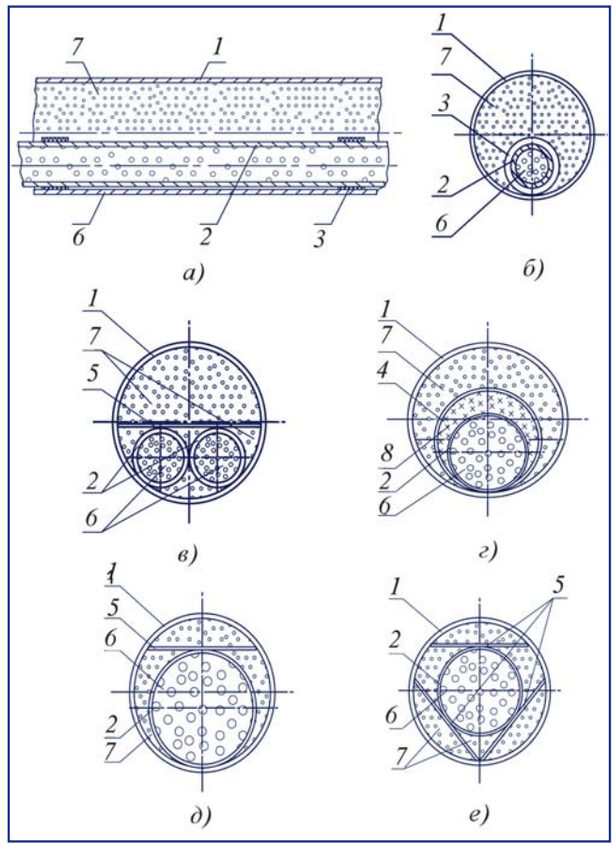

Рис. 1. *Конструктивные схемы многоканального трубопровода:*

1 – наружная низконапорная труба; *2* – внутренняя высоконапорная труба; *3* – кольцевой элемент; *4* – промежуточная средненапорная труба; *5* – упругокомпенсационная фиксирующая и опорно-ориентирующая пластинчатая траверса-рессора; *6* – транспортируемый под высоким давлением продукт; *7* – транспортируемый под низким давлением продукт; *8* – транспортируемый под средним давлением продукт

предпочтительно газом или жидкостью, имеющим низкую вязкость и малую загрязненность. Желательно, чтобы продукты, транспортируемые по низконапорному каналу, были менее агрессивными экологически и менее опасными, чем продукты, транспортируемые по внутреннему высоконапорному каналу. Являющиеся низкомолекулярными газами или жидкостями продукты, транспортируемые по внешнему каналу, обеспечивают хорошую теплоизоляцию и теплозащиту внутренних трубопроводов.

Транспортируемый в низконапорном канале продукт находится под давлением, установленным нормативами для соответствующих типов трубопроводного транспорта, что позволяет обеспечивать достаточно высокую производительность трубопроводов при сравнительно низких затратах на их сооружение и достаточно высокой надежности и долговечности их безаварийной эксплуатации.

Высоконапорные внутренние трубопроводные каналы, заполненные транспортируемым продуктом,

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:42

Composite Default screen

находятся под внутренним давлением, характерным для глубоководных (подводных) трубопроводов, но не превышающем сумму внешнего обжимающего давления низконапорного продукта и нормативного давления, установленного стандартами для надземных трубопроводов аналогичной конструкции. Для стальных и стеклопластиковых стандартных труб рабочее давление в высоконапорном трубопроводном канале будет в два раза превышать рабочее давление низконапорного трубопроводного канала.

Рабочее давление в высоконапорном внутреннем трубопроводе может быть увеличено путем использования либо высокопрочных толстостенных труб, либо промежуточных средненапорных трубопроводных каналов. Причем применение одного промежуточного трубопровода может дать возможность увеличения давления напора во внутренней трубе в 4 раза, а применение двух промежуточных трубопроводов – в 8 раз [8].

Наличие с обеих сторон высоконапорных и средненапорных трубопроводов упругих транспортируемых сред позволяет им играть роль высокоэффективных амортизаторов гидравлических ударов и демпферов упругих колебаний и пульсаций, возникающих в процессе эксплуатации многоканального трубопровода, что значительно повышает надежность и сроки безаварийного функционирования многоканального трубопровода.

Для повышения экологической и техногенной безопасности жидкие нефтепродукты или токсичные вещества желательно транспортировать по внутреннему трубопроводу, так как в случае аварийной ситуации утечка продуктов, опасных для окружающей среды, будет локализована внутренними объемами наружного низконапорного канала, заблокирована в нем и без потерь откачена из него.

При работе многоканального трубопровода по его транспортным каналам одновременно перемещается не менее двух одинаковых или разных продуктов. При этом возможно, что оба продукта жидкие или газообразные, или один из них жидкий, а другой газообразный. Совместно с жидким продуктом могут транспортироваться в капсулах твердые, пастообразные вещества, особо агрессивные жидкости и газы (щелочи, кислоты и т.п.). Многоканальная система трубопровода, выполненная по схеме "труба в трубе", позволяет наиболее эффективно использовать внутреннее пространство (проходное сечение) для транспорта жидких и газообразных продуктов и обеспечить более высокую производительность (пропускную способность) по сравнению с прототипами и аналогами; полностью предотвратить потери транспортируемых продуктов, а следовательно, снизить опасность отравления и загрязнения экологической среды. В результате использования межтрубного зазора не только для теплоизоляции, но и для транспортировки жидких или газообразных продуктов существенно повышается производительность многоканального трубопровода как за счет увеличения пропускного сечения системы, так и за счет увеличения давления, и, следовательно, скорости транспортирования продуктов по внутренним каналам системы. Конструкция многоканального трубопровода, состоящая из конструктивно простых и технологичных элементов (стандартных труб и пластинчатых упругих фиксаторов), обеспечивает высокую его технологичность, относительно низкую стоимость и надежность функционирования. Высокие амортизационно-демпфирующие свойства многоканального трубопровода повышают его усталостную прочность, долговечность, снижают вероятность появления утечек транспортируемых веществ. Многоканальность существенно расширяет технологические возможности трубопровода, позволяет использовать его для одновременной и разнонаправленной транспортировки различных продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Черепанов А.** Рецепт долголетия [Электронный ресурс] // Нефть России (Москва). 2001. Свободный доступ из сети Интернет. URL: http://biohim.ru/library/697.php.
2. **Цыплаков О.Г., Ягубов Э.З.** Многоканальные высоконапорные трубопроводы из стеклопластика / О.Г. Цыплаков, Э.З. Ягубов // Вестник ПГТУ. Аэрокосмическая техника. Пермь: ПГТУ. 2001. № 8. С. 142–148.
3. **Ягубов Э.З.** Стеклопластиковые трубы: проблемы и перспективы применения в нефтегазовой промышленности // Технологии нефти и газа. 2006. № 5. С. 61–67.
4. **Ягубов Э.З.** Стеклопластиковые трубы – будущее экологически безопасного нефтегазопроводного транспорта // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2007. № 7. С. 20–23.
5. **Ягубов Э.З.** Механизм нарушения герметичности трубопроводов из композиционных материалов // Конструкции из композиционных материалов. 2010. № 1. С. 53–63.
6. **Патент 2140605 РФ.** Многоканальный трубопровод для транспортировки жидкости и/или газа под высоким давлением / О.Г. Цыплаков, Н.Д. Цхадая, В.Н. Нередов, Э.З. Ягубов, З.Х. Ягубов. № 98102530/06, заявл. 04.02.98; опубл. 27.10.99. Бюл. № 30. 14 с.
7. **Цыплаков О.Г., Ягубов Э.З.** Многоканальные высоконапорные трубопроводы из стеклопластика // Вестник ПГТУ. Аэрокосмическая техника. Пермь: ПГТУ. 2001. № 8. С. 142–148.
8. **Ягубов Э.З.** Композиционно-волокнистые трубы в нефтегазовом комплексе: монография / под ред. д-ра техн. наук, профессора И.Ю. Быкова. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. 271 с.
9. **Ягубов Э.З.** Конструктивно-технологические принципы проектирования многоканальных трубопроводных систем для транспортирования агрессивных сред // Нефтяное хозяйство. 2003. № 11. С. 92–94.
10. **Ягубов Э.З.** Конструктивно-технологические принципы проектирования многоканальных трубопроводных систем для транспортирования агрессивных сред. Находка: Находкинский инженерно-экономический институт, 2006. 7 с.
11. **Ягубов Э.З.** Многоканальный нефтегазопровод // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2006. № 4. С. 117–118.
12. **Беликов В. П.** Криогенная техника и технология. М.: Энергоиздат, 1982. 272 с.
13. **Криогенные** системы. Основы проектирования аппаратов и установок: учебник для вузов по специальности "Криогенная техника" / А.М. Архаров и др.; под общ. ред. А. М. Архарова. М.: Машиностроение, 1987. 536 с.
14. **Криогенные** системы. Основы проектирования аппаратов, установок и систем: учебник для вузов / А.М. Архаров и др.; под общ. ред. А.М. Архарова, В.П. Белякова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1999. 720 с.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:42

Composite Default screen

УДК 621.433.2

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПРИ ПИТАНИИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ

Б.Д. Ефремов, Д.М. Рок. Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики (СПбГУСЭ)

Рассмотрена схема управления двигателем при питании его сжиженным газом, позволяющая не только сохранить и использовать штатную схему управления, но и вводить необходимые корректировки программы.

Ключевые слова: схема управления двигателем, питание сжиженным газом, корректировка программы топливодозирования.

CONTROL SYSTEM FOR AN LPG-POWERED ENGINE

B.D. Efremov, D.M. Rok. The St.-Petersburg state university of service and economy (SPbSUSE)

An additional engine control circuit module which keeps the fuel-powered engine control circuit yet allowing using LPG as a fuel by adjusting certain signals of the circuit, is reviewed.

Keywords: engine control circuit; natural gas powered engine; adjusting engine control algorithm.

Системы управления двигателями (СУД) современных бензиновых автомобилей отличаются повышенной сложностью алгоритмов. Блок управления двигателем (БУ) осуществляет постоянный обмен информацией, как правило, по CAN, с другими системами автомобиля, например, АКП, ABS, JB, климатической установкой. Поэтому вмешательство в работу штатного БУ двигателем с целью тюнинга (индивидуальной настройки) или перевода питания двигателя на газовое топливо может привести к фиксации "ошибок" и переходу в "аварийный режим". Разработанная фирмой ООО "АБИТ" система управления альтернативной топливоподачей и углами опережения зажигания позволяет избежать подобных проблем, поскольку не нарушает структуры и алгоритма управления двигателем.

Система поддерживает 2 проекта: M100G и M100B.

Назначение проектов

Проект **M100G** предназначен для управления исполнительными механизмами (ИМ) газобаллонного оборудования (ГБО) 4-го поколения, коррекции углов опережения зажигания (УОЗ) штатной бензиновой СУД при ее переводе на альтернативный вид топлива (например, метан или пропан-бутановую смесь). Управление основано на обработке информации, поступающей от датчиков ГБО и штатной СУД. Количество цилиндров двигателя – до 6.

Проект **M100B** предназначен для изменения топливоподачи и коррекции УОЗ бензиновых СУД. Управление основано на обработке информации от штатных или дополнительно (опционально) установленных датчиков и исполнительных устройств. Количество цилиндров двигателя – до 8.

БУ **M100** работает по принципу "проставки", специального модуля, расположенного между датчиками и штатным БУ бензинового двигателя. "Проставка" перехватывает необходимые сигналы датчиков штатной СУД и формирует скорректированные сигналы управления. Алгоритм работы выполнен таким образом, что штатный БУ "не подозревает" о вмешательстве "проставки" и продолжает работать в обычном режиме, обрабатывая поступающие сигналы с "проставки".

Блок управления M100G ("проставка") подключается по следующей схеме. Сигналы, поступающие на штатный ЭБУ от ДПКВ *1* и ДФ *2*, рвутся и заводятся на "проставку". Таким образом, M100G получает информацию о частоте вращения двигателя и фазе работы. "Проставка" формирует сигнал, аналогичный перехваченному и возвращает его на штатный ЭБУ в неизменном или скорректированном виде. Коррекция фазы сигнала используется для управления УОЗ.

Сигнал, вырабатываемый штатным ЭБУ для бензиновых ЭМФ *3*, рвется и заводится на "проставку". Таким образом, M100G получает инфор-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:42

Composite Default screen

мацию о длительности импульса. В зависимости от выбранного режима ("бензин" или "газ") "проставка" либо транслирует в неизменном виде сигнал для ЭМФ, либо корректирует сигнал по заложенным калибровкам и подает его через штатный блок управления на газовые дозаторы *14*. Обычно газовые дозаторы (ГД) выпускаются с низкоомной обмоткой катушки, поэтому сигнал для них формируется с форсировкой тока в начальной стадии сигнала и последующим током удержания меньшей амплитуды.

Общее описание проекта M100G

Подключение системы

Проставка подключается к бортовой сети автомобиля *6*, на нее заводятся сигналы обязательных датчиков абсолютного давления в коллекторе *9*, давления газа *13*, температуры газа *12*, температуры редуктора *10*, переключателя режима *7* и дополнительных (опциональных) датчиков кислорода *4*, положения дросселя *5*. Сигналы дополнительных датчиков не влияют на работу "проставки", а выводятся для информации.

Работа системы

Подвод пропана. Независимо от положения переключателя *7* двигатель запускается всегда на бензине. Пропан в жидкой фазе через газовую трубку подается к электромагнитному клапану *15* редуктора испарителя *11*. Редуктор подключен к системе охлаждения двигателя и прогревается вместе с ним. "Проставка" по сигналу датчика *10* оценивает температуру редуктора и по достижении порогового значения (обычно +25...+35 °С) открывает клапан *15*. Пропан, попадая в испаритель, переходит в паровую фазу, редуктор снижает давление до рабочего (в нашем случае до 1 атм, но бывают системы и до 9 атм), и пропан через фильтр подается к рампе ГД.

Испытания системы проводились на двигателе в сравнении с двигателем, оборудованным ГБО итальянской фирмы "Ловато" и в сравнении с двигателем при питании его бензином по штатной схеме автомобиля ВАЗ-2111.

Результаты сравнительных испытаний представлены в виде нагрузочных характеристик двигателя при трех значениях частоты вращения: 2000, 3000 и 4000 об/мин. Выбранные значения практически перекрывают весь диапазон нагрузочных характеристик двигателя при эксплуатации автомобиля ВАЗ-2111.

Анализ результатов испытаний автомобиля с двигателем 1,5 л показывает, что по нагрузочным характеристикам для различных частот вращения имеется явно выраженное увеличение крутящего момента по сравнению с показателями двигателя,

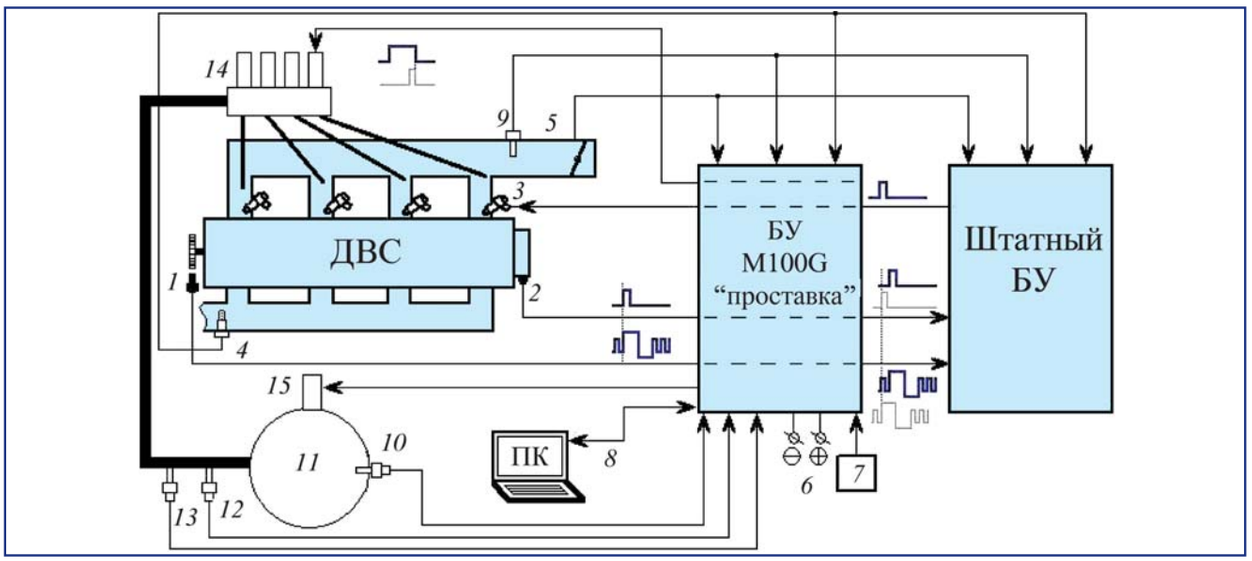

Рис. 1. *Система управления двигателем при питании сжиженным газом:*
1 – датчик положения коленчатого вала (ДПКВ, датчик оборотов); *2* – датчик фаз (ДФ); *3* – электромагнитные форсунки (ЭМФ); *4* – датчик кислорода (ДК, λ-зонд); *5* – датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ); *6* –подключение к аккумуляторной батарее; *7* – переключатель режима "газ–бензин"; *8* – линия связи с ПК; *9* – датчик абсолютного давления (ДАД, MAP-sensor); *10* – датчик температуры редуктора; *11* – редуктор-испаритель; *12* – датчик температуры газа; *13* – датчик давления газа; *14* – блок газовых дозаторов (форсунок); *15* – электромагнитный клапан редуктора

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:28:51

Composite Default screen

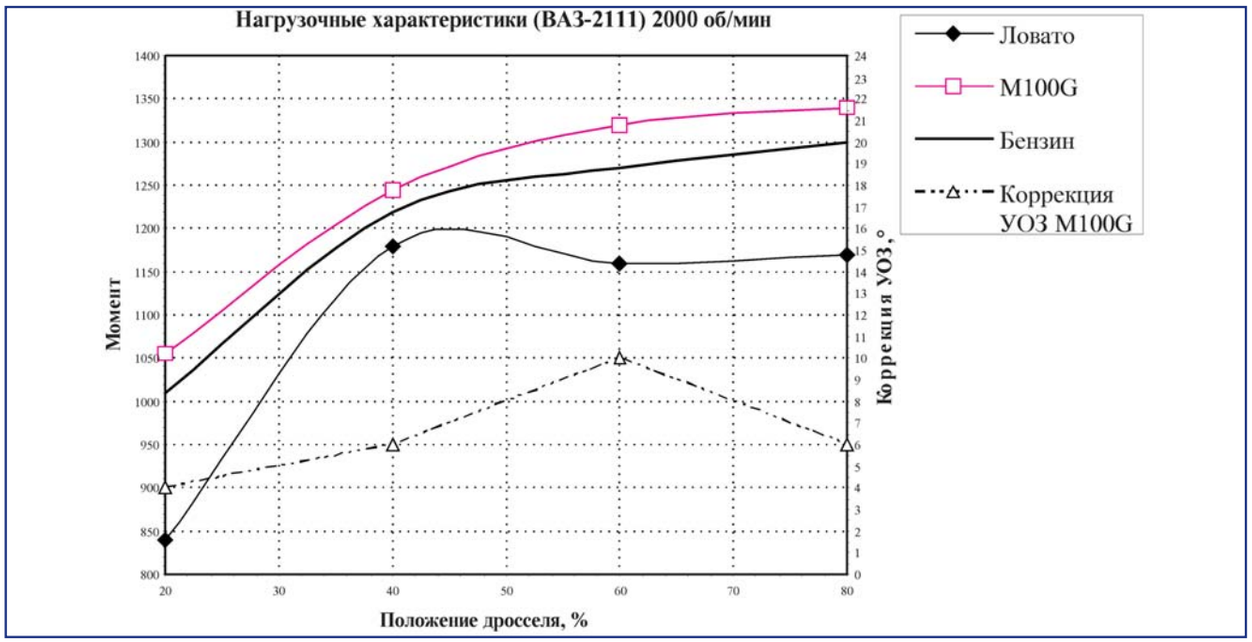

Рис. 2. *Нагрузочные характеристики ВАЗ-2111 при 2000 об/мин*

оборудованного ГБО фирмы "Ловато". На всех частотах вращения, где проводилась коррекция УОЗ, увеличение крутящего момента составляло 10...15 %. Там, где коррекция УОЗ не производилась, наблюдается достаточно близкое расположение нагрузочных характеристик.

Следует отметить, что по сравнению с характеристиками, снятыми на бензине, значения крутящего момента практически совпадают, что свидетельствует об оптимальном регулировании состава смеси и УОЗ с аппаратурой "Абит", применительно к питанию газом.

С ростом частоты вращения двигателя тенденция сохраняется и только при частоте более 3000 об/мин становится очевидным преимущество при питании двигателя бензином, что связано с вытеснением газом части воздуха на режимах, близких к полной мощности и соответствующим снижением наполнения цилиндров, приводящем к падению крутящего момента.

Анализ нагрузочных характеристик при частоте вращения 2000 об/мин (рис. 2) показывает, что значения крутящего момента двигателя с системой "Абит" имеют прирост по сравнению с показателями крутящего момента двигателя с системой "Ловато" порядка 10 % при малых открытиях дросселя и более 15 % при открытии дросселя более 50 %. Такое увеличение крутящего момента обеспечивается применением коррекции угла опережения зажигания (УОЗ), величины которой показаны на том же графике.

Анализ нагрузочных характеристик показывает, что при частоте вращения 3000 об/мин значения крутящего момента с системой "Абит" имеют прирост по сравнению с показателями с системой "Ловато" порядка 7 % при открытии дроссельной заслонки более 40 %, т.е. на больших нагрузках. Это также связано с введением коррекции УОЗ. По сравнению с питанием двигателя бензином имеется незначительное снижение крутящего момента на 2...3 %, что связано со снижением наполнения цилиндра воздухом в связи с вытеснением его части подаваемым газом. Для питания двигателя бензином такого эффекта не имеется, поэтому значения крутящего момента при питании двигателя бензином имеют более высокие значения.

При частоте вращения двигателя 4000 об/мин соотношение показателей крутящего момента имеет ту же тенденцию, что и при частоте 3000 об/мин, но менее ярко выраженную.

Поскольку значения частоты вращения двигателя при эксплуатации автомобиля в смешанном цикле в среднем находятся между 2000 и 3000 об/мин, показатели автомобиля могут иметь наилучшие эксплуатационные значения при использовании блоков управления "Абит".

Дорожные испытания при скоростях движения от 90 до 120 км/ч с системой "Абит" показали, что средний расход газа находится в пределах 8,5±0,05 л/100 км. Средний расход бензина на тех же скоростях составляет 6,75 л/100 км.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:01

Composite Default screen

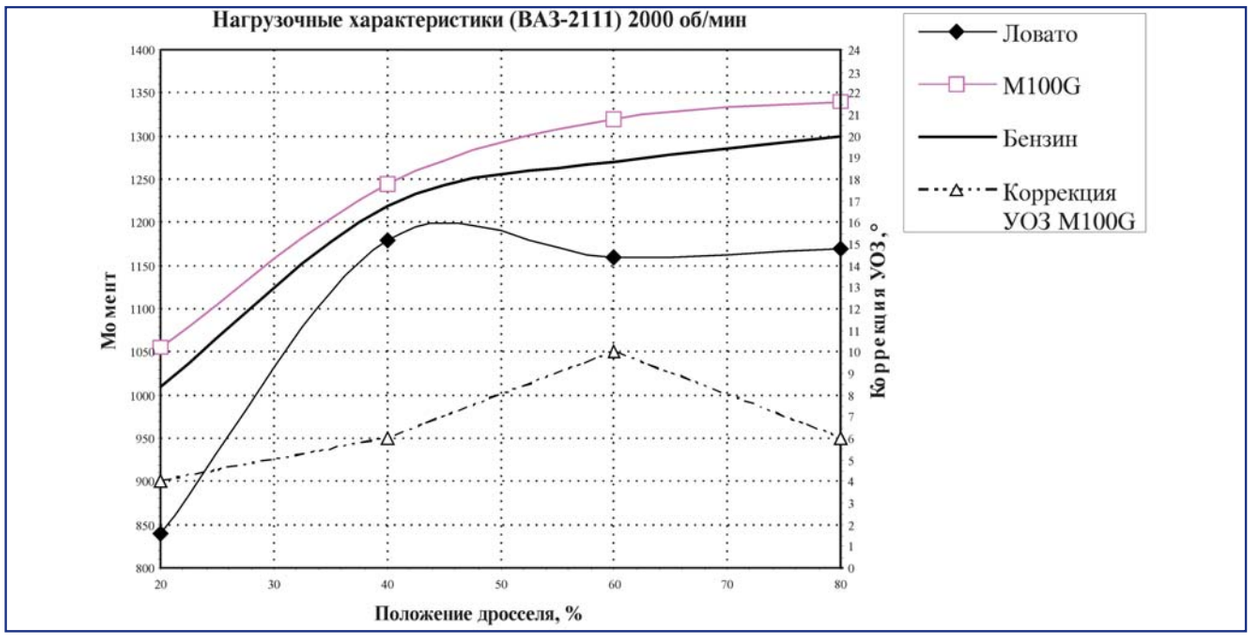

Рис. 3. *Нагрузочные характеристики ВАЗ-2111 при 3000 об/мин*

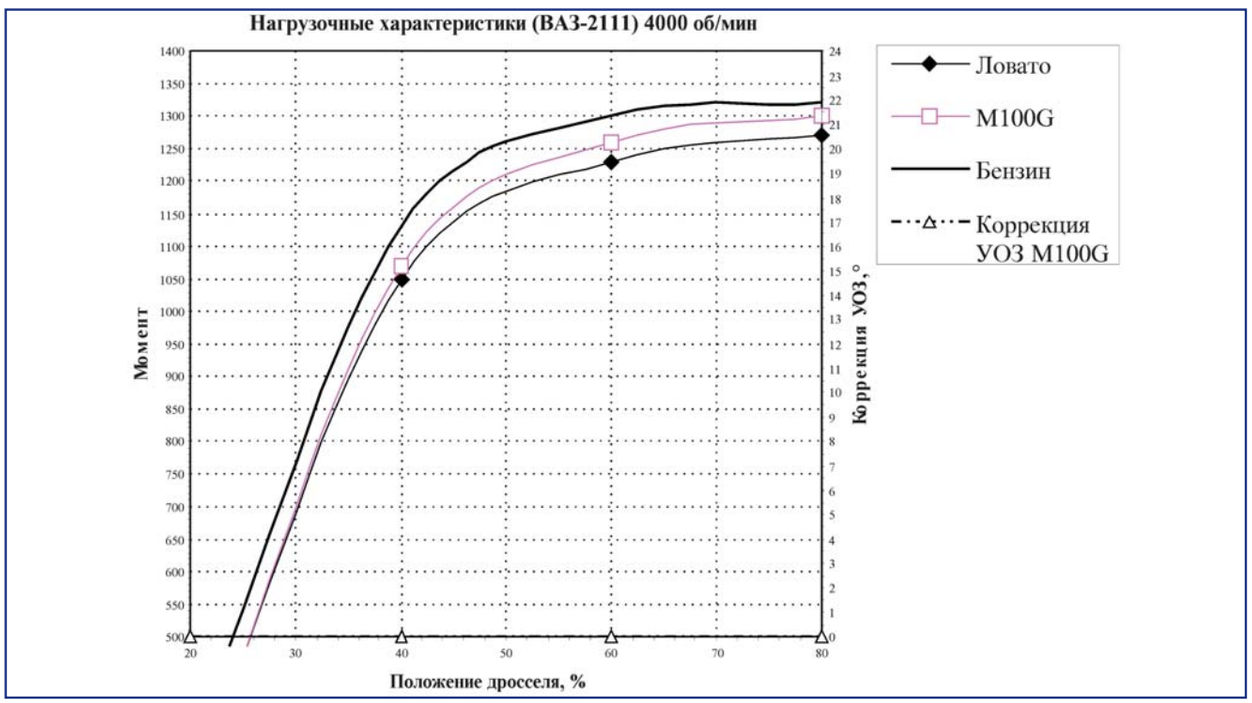

Рис. 4. *Нагрузочные характеристики ВАЗ-2111 при 4000 об/мин*

При средних значениях цен на бензин и пропан-бутановую смесь стоимость километра пробега автомобиля составляет: для бензина – 1,9 руб., а для газа – 1,06 руб.

Таким образом, снижение расходов на топливо при переходе с бензина на пропан-бутановую смесь в среднем составляет около 40 %.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:22

Composite Default screen

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КАЧЕСТВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ

В.М. Фомин, д-р техн. наук, профессор,
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
М.В. Хергеледжи, аспирант МГТУ (МАМИ)

Изложен новый подход к проблеме энергосбережения в сфере транспортной альтернативной энергетики. Предложен термохимический способ предварительного энергопреобразования альтернативного топлива. По результатам опытной апробации установлено, что реализация способа позволяет снизить расход топлива до 15 %.

Ключевые слова: метанол, дизель, альтернативное топливо, термохимическая регенерация, отработавшие газы, термохимическая установка, теплосиловая установка.

INCREASING OF VEHICLES ENERGY SAVING QUALITIES ON ALTERNATIVE FUELS

V.M. Fomin, Dr.Eng., Prof., of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)
M.V. Hergheledji, phd student of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

Described a new approach to the problem of the energy efficiency in the area of vehicles on the alternative energy. Proposed the thermochemical method of preliminary energy transformation of the alternative fuel. According to the results of experimental testing we found, that realization of this method allows to reduce fuel consumption up to 15 %.

Keywords: methanol, diesel engine, alternative fuels, thermo chemical regeneration, exhaust gases, thermo chemical plant, thermal power plant.

Известно, что преобразование химической энергии любого вида топлива в работу в ДВС осуществляется в два этапа: на первом этапе она преобразуется в теплоту, а уже на втором этапе эта теплота реализуется в работу. Именно в процессе этих преобразований и проявляются основные потери располагаемой энергии топлива, снижающие показатели эффективности работы двигателя. Понятно, что для более эффективного использования химической энергии любого вида топлива необходимо снизить ее потери как на первом этапе преобразования, так и на втором.

Опираясь на достигнутый уровень исследований в этой области, можно отметить, что до настоящего времени в двигателестроении (как и в целом в энергомашиностроении) успешно применялся основанный на классических положениях термодинамики весьма эффективный способ уменьшения потерь работоспособности топлива на втором этапе преобразования энергии. Эффективность этого преобразования, которая оценивается термическим КПД цикла η_T, зависит от соотношения средних температур подвода $T_{1ср}$ и отвода $T_{2ср}$ теплоты в цикле:

$$\eta_T = 1 - \frac{T_{2\,ср}}{T_{1\,ср}},$$

т.е. чем выше средняя температура подвода теплоты при рассматриваемом уровне средней температуры отвода теплоты, тем выше термический КПД цикла.

Однако в современных двигателях температурный уровень рабочего тела таков, что его дальнейшее повышение обуславливает серьезную проблему обеспечения необходимой термической прочности. Поэтому повышение эффективности использования топлива в двигателе путем повышения средней верхней термодинамической температуры рабочего тела в цикле зависит от возможностей дальнейшего повышения термостойкости теплонапряженных деталей ДВС. Если учесть, что эти возможности для большинства традиционных ДВС уже практически исчерпаны, становится очевидным, что сам способ, предусматривающий повышение температуры рабочего тела, становится малоперспективным.

В этих условиях представляется целесообразной разработка способа снижения уровня необратимых потерь, возникающих на первом этапе преобразования химической энергии топлива, то есть на этапе преобразования ее в теплоту. Причем реализация этого способа, по возможности, не должна быть сопряжена с повышением температурного уровня рабочего тела. Исходя из основных

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:23

Composite Default screen

положений химической термодинамики, можно утверждать, что реализация такого способа априори возможна лишь при наличии альтернативных топлив, сжигание которых при одинаковой температуре сопровождалось бы различными уровнями необратимых потерь. Топлива, обладающие высоким уровнем необратимых потерь, путем термохимических превращений (конверсии) можно преобразовать в новое (синтезированное) топливо с более высоким энергетическим потенциалом. В общем случае, эффективность энергопреобразования топлива зависит от его химической природы (эндотермического эффекта системы реакций его конверсии). В основе способа организации процесса энергопреобразования топлива лежит предложенный ранее [1] принцип термохимической регенерации отходящей теплоты.

Из сказанного следует, что для подобного энергопреобразования топлива в рабочем цикле двигателя необходимо предусмотреть еще один процесс, в отличие от традиционного ДВС, где химическая энергия топлива преобразуется в теплоту непосредственно. Согласно предлагаемому способу на предварительном этапе исходное топливо подвергается термохимической переработке (конверсии), а уже на последующем – конвертированное топливо используется для организации рабочего цикла двигателя. Так как процесс энергопреобразования топлива организован на основе регенерации ("поглощения") теплоты, отводимой из цикла с ОГ, это позволяет повысить энергию исходного топлива на величину поглощенной части теплоты ОГ. Понятно, что для обеспечения эффективного (полностью завершенного) конверсионного процесса необходимо использовать такие виды альтернативных топлив, которые имеют рабочую температуру конверсии, соизмеримую со средним температурным уровнем ОГ. К таким топливам относится ряд легких гомологов предельных углеводородов (алканов), низшие спирты, простые эфиры и др., среди которых наиболее перспективным является метиловый спирт (метанол), который в крупномасштабном объеме производится в химической промышленности России, в мировой практике уже относительно давно применяется в качестве заменителя традиционных моторных топлив. Он может производиться из биологических природных ресурсов, обеспечивая при этом возможность возобновляемой замены нефтяного топлива.

Предварительная оценка эффекта повышения химической энергии альтернативного топлива на примере метанола

Этот эффект достаточно просто может быть установлен на основе сравнения теплоты сгорания жидкого метанола и продуктов его конверсии. Теплота сгорания метанола $H_{и(м)}$ = 19 670 кДж/кг. Теплота сгорания газообразных продуктов конверсии метанола (ПКМ) $H_и^к$ = 23 870 кДж/кг. Таким образом, при сгорании в двигателе 1 кг ПКМ, полученных из такой же массы жидкого метанола, высвобождается дополнительная тепловая энергия, "накопленная"в процессе конверсии спиртового топлива, равная $H_и^к - H_{и(м)}$ = 4200 кДж/кг. Следовательно, 21,4 % располагаемой энергии исходного топлива после его энергопреобразования "возвращается" в рабочий цикл ДВС для совершения полезной работы.

Термохимическая сущность процесса преобразования (повышения) энергии исходного топлива отражает основные фундаментальные положения термодинамики, в частности, закон Гесса. Покажем это на основе анализа тепловых эффектов от сгорания метанола, осуществляемого по двум сценариям (маршрутам).

По первому сценарию сжигаем метанол в кислороде:

$$CH_3OH + 3/2O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O + Q_1\,. \quad (1)$$

Тепловой экзотермический эффект Q_1 известен и равен 629 440 кДж. В результате реакции (1) образуются 3 кмоль продуктов сгорания.

По второму, двухступенчатому сценарию сначала спирт разлагается на CO и H_2:

$$CH_3OH \rightarrow CO + 2\,H_2 - Q_2\,. \quad (2)$$

При этом образуются 1 кмоль CO и 2 кмоля H_2 с эндотермическим тепловым эффектом Q_2. Затем сжигаем в кислороде 3 кмоля, полученных в результате реакции (2) продуктов:

$$CO + 1/2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 282\ 610\ кДж\,;$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O + 481\ 480\ кДж.$$

Суммарный тепловой эффект этих двух реакций равен Q_Σ = 282 610 + 481 480 = = 764 090 кДж/кмоль (в элементарной реакции окисления водорода принимают участие две его молекулы, что приводит к удвоению суммарного теплового эффекта). По первому и второму сценариям окисления метанола начальное и конечное состояния системы (количество и состав) одинаковы: начальное – 1 кмоль CH_3OH, конечное – 1 кмоль CO_2 и 2 кмоль H_2O. Тогда в соответствии с законом Гесса суммарные тепловые эффекты различных маршрутов окисления метанола должны совпадать: 629 440 = $-Q_2$ + 764 090 кДж/кмоль. Отсюда: Q_2 = 134 650 кДж/кмоль. Теплота Q_2 соответствует тепловому эффекту (следствие 2 из закона Гесса) реакции (2) диссоциации метанола.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:23

Composite Default screen

Видно, что тепловой эффект от сжигания конвертированной смеси (ПКМ) CO и H_2 превышает эффект от сжигания того же количества метанола (исходное топливо) на величину Q_2 = = 134 650 кДж/кмоль (т.е. на 21,4 %), что соответствует затраченной при разложении спирта энергии. При организации эндотермического процесса конверсии в условиях двигателя эта энергия "заимствуется" у располагаемой тепловой энергии выпускных газов. Проведенный анализ показывает, что предлагаемый способ, разработанный на базе общих фундаментальных положений термохимии, может быть применен для любого типа энергетических установок транспортного средства.

Эффективность энергопреобразования топлива

Для выяснения энергетической эффективности термохимического преобразования топлива проведем сравнительный анализ процесса его сгорания в двух энергетически подобных теплосиловых установках (ТСУ). Первая из них работает по обычной схеме, вторая функционирует с использованием процесса предварительного термохимического преобразования (конверсии) топлива. Необходимый тепловой режим процесса конверсии топлива обеспечивается за счет подвода теплоты от теплоотводящих ветвей цикла, т.е. с использованием теплоты ОГ.

Первая установка работает следующим образом. Исходное топливо при параметрах окружающей среды поступает в ТСУ, где и сгорает. Сжигание топлива сопровождается выделением теплоты, равной теплоте сгорания топлива $Q_1 = H_и$ (при анализе масса топлива принята равной единице). Эта теплота передается рабочему телу ТСУ. Для упрощения анализа будем считать, что передача теплоты происходит обратимо при средней верхней температуре T_1. Продукты сгорания после совершения цикла отводятся в атмосферу.

Если у рабочего тела средняя нижняя температура, при которой осуществляется отвод теплоты, равна T_2, то производимая им работа может быть определена как:

$$L = Q_1 - Q_2 = H_и - H_и \frac{T_2}{T_1} = H_и \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right).$$

При этом эффективность использования химической энергии топлива равна:

$$\eta = \frac{L}{H_и} = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \qquad (3)$$

Зависимость (3) определяет коэффициент полезного действия (КПД) теплосиловой установки, который равен отношению количества энергии, выделяемой в виде работы, ко всей энергии, поступившей в ТСУ. Отметим, что выражение КПД рассматриваемой установки совпадает с термическим КПД цикла. Это свидетельствует о том, что в ТСУ без термохимической регенерации эффективность использования энергии топлива целиком зависит от преобразования теплоты в работу и не может превысить эффективности преобразования последней.

Вторая ТСУ работает с реализацией процесса предварительного энергопреобразования топлива. В отличие от первой ТСУ, топливо в ее рабочее пространство поступает не сразу, а предварительно проходит стадию термохимической переработки в специальном аппарате – термохимическом реакторе (ТХР). В нем под действием теплоты, поступающей из теплоотводящих ветвей цикла ТСУ при средней нижней температуре T_2, совершается термохимическое преобразование исходного топлива в конвертированное, которое и подается на сжигание в ТСУ. Если принять, что теплообмен в этой ТСУ осуществляется обратимо (как и в первом варианте), то рабочее тело ТСУ с ТХР должно получить теплоту при средней верхней температуре T_1, равной теплоте сгорания конвертированного (синтезированного) топлива: $Q_1^{mxp} = H_и^к$.

Следовательно, в этом случае, воспринятая рабочим телом теплота превышает теплоту сгорания исходного топлива $H_и$ на величину $\Delta H_и^к$, которая была поглощена при термохимическом преобразовании исходного топлива в ТХР и соответственно равна:

$$H_и^к = H_и + \Delta H_и^к .$$

Будем считать, что ТСУ с ТХР преобразует воспринимаемую рабочим телом теплоту с той же эффективностью, что и ТСУ без ТХР, т.е. термический КПД обеих установок одинаков. Тогда работа, которую может произвести ТСУ с ТХР, будет равна:

$$L^{ТХР} = (H_и + \Delta H_к^и)\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right).$$

Эффективность использования энергии топлива в ТСУ с ТХР определится выражением:

$$\eta^{ТХР} = \frac{L^{ТХР}}{H_и} = (H_и + \Delta H_и^к)\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)\frac{1}{H_и} =$$
$$= H_и\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)\frac{1}{H_и} + \Delta H_и^к\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)\frac{1}{H_и} = \qquad (4)$$
$$= \eta_t + \frac{\Delta H_и^к}{H_и}\eta_t = \eta_t\left(1 + \frac{\Delta H_и^к}{H_и}\right).$$

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:24

Composite Default screen

Из выражения (4) следует, что эффективность преобразования химической энергии топлива в цикле ТСУ с ТХР по сравнению с ее преобразованием в обычной ТСУ, может быть увеличена в $(1+\Delta H_{и}^{к} / H_{и})$ раз.

Покажем это на примере теплосиловой установки с ТХР, работающей, например, на метаноле. Тепловой эндотермический эффект реакции конверсии метанола (количество теплоты, утилизированной от ОГ), как было рассмотрено выше, равен 4200 кДж/кг. Условно принимая значение средней верхней температуры цикла за T_1 = 2000 К, а средней нижней – за T_2 = 1000 К, согласно зависимости (3) имеем величину термического КПД ТСУ без ТХР η_T = 50 %. Для установки с ТХР, согласно зависимости (4), он будет превышать КПД первой установки в (1 + 4200/19 670) = 1,21 раз, т. е. окажется равным 60,5 %.

Из приведенного анализа следует, что необратимые потери преобразования химической энергии конвертированного топлива в теплоту всегда меньше соответствующих потерь при сжигании исходного топлива без его предварительной термохимической переработки. Причем, величина уменьшения необратимых потерь адекватна энергии ОГ, которую необходимо затратить на компенсацию суммарного теплового эндотермического эффекта реакций конверсии исходного топлива.

Заметим, что реализация предлагаемого способа для условий рабочего цикла ДВС с искровым зажиганием возможна, если в качестве исходного альтернативного топлива использовать углеводородные соединения с температурой реакций конверсии, соизмеримой с температурным уровнем ОГ. При этом газообразные продукты конверсии могут быть применены как основное топливо для питания двигателя. В этом случае по способу организации рабочего процесса подобный двигатель практически аналогичен газовому двигателю.

Реализация этого способа возможна и в составе систем питания дизелей. В этом случае дизельное топливо используется в качестве "запального" средства, а для организации конверсионного процесса – альтернативное топливо. Расход последнего через реактор конверсии может оптимально варьироваться в соответствии с температурными и энергетическими возможностями теплоносителя (выпускных газов) для каждого конкретного режима работы двигателя по условию обеспечения полного завершения процесса конверсии.

Теоретические основы подобных систем питания поршневых двигателей в современной исследовательской практике остаются малоизученными. Однако они представляют определенный интерес, в первую очередь, с точки зрения оценки потенциальных возможностей применения ТХР в составе систем питания двигателей и повышения эффективности использования энергии альтернативных видов топлива.

Показатель эффективности использования энергии топлива в ДВС

Ранее отмечалось, что эффективность энергопреобразования топлива зависит от уровня регенерации отходящей теплоты цикла. С учетом этого, проанализируем влияние процесса термохимической регенерации на эффективность использования энергии топлива в термодинамическом цикле со смешанным подводом теплоты (теоретический цикл дизеля). В данном цикле принимают, что одна часть теплоты подводится при постоянном объеме, а другая часть – при постоянном давлении. Рассматриваемый цикл состоит, таким образом, из адиабатных процессов сжатия *ac* и расширения *zb*, изохорного $c z^1$ и изобарного $z^1 z$ процессов подвода теплоты к рабочему телу и изохорного процесса *ba* отвода теплоты от рабочего тела к теплоприемнику (рис. 1).

Если теплота, регенерируемая с помощью ТХР, соответствует Q_P, то теплота, подведенная к рабочему телу такого цикла от теплоотдатчика (за счет сжигания топлива), составит:

$$Q_1 = C_V (T_z^1 - T_C) + C_P (T_z - T_z^1) - Q_P .$$

Теплота, отведенная из цикла с термохимической регенерацией, соответственно будет равна:

$$Q_2 = C_V (T_b - T_a) - Q_P .$$

Если выразить теплоту, регенерируемую в цикл, как часть отходящей теплоты Q_2:

$$Q_P = wQ_2 = wC_V (T_b - T_a) ,$$

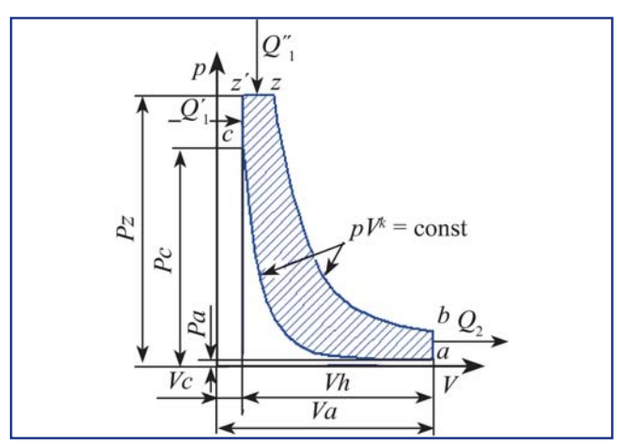

Рис. 1. *Термодинамический цикл двигателя со смешанным подводом теплоты*

gaz5.13(1-56).ps agz15.13(1-56) 29 ° 2013 ". 13:29:27

Composite Default screen

где $w = Q_P / Q_2$ – степень термохимической регенерации отводимой из цикла теплоты, получим выражение для расчета показателя эффективности использования энергии топлива $\eta^{ТКР}$ для термодинамического цикла со смешанным подводом теплоты с термохимической регенерацией в следующем виде:

$$\eta^{ТХР} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} =$$

$$= 1 - \frac{C_V (1-w)(T_b - T_a)}{C_V (T'_z - T_c) + C_p (T_z - T'_z) - w\, C_V (T_b - T_a)} .$$

Введем следующие обозначения относительных температур:

$$\frac{T_c}{T_a} = \varepsilon^{k-1} ; \quad \frac{T'_z}{T_a} = \lambda \cdot \varepsilon^{k-1} ;$$

$$\frac{T_z}{T_a} = \lambda \cdot \rho \cdot \varepsilon^{k-1} ; \quad \frac{T_b}{T_a} = \lambda \cdot \rho^k ,$$

где $\lambda = P'_z / P_c$ – степень изохорного повышения давления; $\rho = V_z / V'_z$ – степень изобарного расширения; $\varepsilon = V_a / V_c$ – степень сжатия; $k = C_P / C_V$ – показатель адиабаты; C_P и C_V – изобарная и изохорная теплоемкости рабочего тела; P_i, V_i и T_i – давление, объем и температура рабочего тела для соответствующих точек цикла (рис. 1).

Если подставить значения относительных температур в выражение $\eta^{ТХР}$, то получим зависимость для определения показателя эффективности использования энергии топлива для цикла с термохимической регенерацией:

$$\eta^{ТХР} = 1 - \frac{(1-w)(\lambda \rho^k - 1)}{\varepsilon^{k-1}[(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)] - w(\lambda \rho^k - 1)} .$$

Для сравнения заметим, что термический КПД η_t термодинамического цикла со смешанным подводом теплоты (теоретический цикл дизеля), который характеризует эффективность преобразования теплоты в работу, определяется зависимостью:

$$\eta_t = 1 - \frac{(\lambda \rho^k - 1)}{\varepsilon^{k-1}[(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)]} .$$

Для термодинамического цикла ДВС с принудительным воспламенением (цикл Отто, $\rho = 1$) с термохимической регенерацией, выражение показателя эффективности использования энергии топлива приобретает вид:

$$\eta^{ТХР} = 1 - \frac{(1-w)}{\varepsilon^{k-1} - w} .$$

Термический КПД η_t, как известно, для этого цикла:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} .$$

Из полученных выражений видно, что эффективность использования энергии топлива в циклах ДВС может быть повышена с помощью термохимической регенерации при постоянных параметрах самого цикла (без повышения начальных параметров рабочего тела), т.е., в том числе, и без увеличения тепловой напряженности двигателя. Из этих же выражений следует, что величина $\eta^{ТХР}$ существенно зависит от степени термохимической регенерации отходящей теплоты. В связи с этим целесообразно рассмотреть условия, при которых термохимическая регенерация отводимой из цикла теплоты обеспечивает предельно возможную степень повышения энергии альтернативного топлива.

Условия предельно возможной степени энергопреобразования топлива

Выше отмечалось, что количество теплоты, которое может быть регенерировано в цикле двигателя за счет энергопреобразования топлива, соответствует разности теплоты сгорания конвертированного и исходного топлив. В то же время, эта разность равна количеству тепловой энергии теплоносителя (ОГ), которая расходуется на компенсацию эндотермического эффекта реакции конверсии исходного топлива. Этот эффект различен для отдельных видов альтернативных топлив и определяется их химической природой. Например, для метанола, как было установлено выше, он равен 4200 кДж/кг.

Условия регенерации теплоты ОГ, при которых достигается предельно возможная степень повышения энергии топлива, выполняются, если состав продуктов конверсии соответствует условиям термодинамического равновесия (полное завершение конверсионного процесса). Эти условия реализуются, когда эндотермический эффект реакции конверсии соответствует подводу эквивалентного количества теплоты в реакционное пространство ТХР от внешнего источника – греющего теплоносителя, в роли которого в данном случае выступают ОГ двигателя.

В реальных условиях при организации конверсионного процесса в выпускной системе ДВС теплоноситель (ОГ) должен располагать потенциально более высоким уровнем энергии. Эта энергия используется не только для компенсации эндотермического эффекта реакции конверсии, но и для организации "вспомогательных" этапов конверсионного процесса. Она необходима также для предвари-

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:27

Composite Default screen

тельного нагревания исходного топлива до температуры кипения, для его испарения, для повышения температуры паров до уровня температуры диссоциации, а также для компенсации неизбежных тепловых потерь в окружающую среду через стенки реактора и подводящего трубопровода.

Например, общие затраты тепловой энергии на организацию полностью завершенного процесса конверсии 1 кг метанола достигают 7 МДж [1, 2]. При этом на компенсацию эндотермического эффекта реакции конверсии спирта расходуется 60 % от общих энергетических затрат. Значительная их часть (около 25 %) расходуется на осуществление энергоемкого процесса парообразования (теплота испарения метанола 1,1 МДж/кг). Из рассмотренного следует, что максимально возможная степень регенерации достигается при условии, когда располагаемая тепловая энергия греющего теплоносителя (ОГ) соответствует общим затратам энергии, необходимым для организации конверсионного процесса.

Опытная апробация эффективности предлагаемого способа

Оценка реального уровня повышения энергии альтернативного топлива в условиях рабочего цикла дизеля типа 4Ч 10,5/12 была проведена в лабораторных условиях на моторном стенде. Термокаталитический реактор (ТКР) конверсии метанола устанавливался в выпускной системе дизеля. Конвертированное топливо (газовая водородосодержащая смесь) из реактора подавалась в рабочее пространство дизеля через впускной трубопровод вместе с воздушным зарядом, где оно воспламенялось "запальной" порцией дизельного топлива.

Данными экспериментальных исследований установлено [2], что на нагрузочных режимах, когда температура ОГ на входе в реактор превышает 300 °С, конверсионный процесс в реакторе достигает своего наивысшего уровня (полной завершенности), обуславливая заметное повышение эффективности рабочего цикла. Так, на номинальном режиме работы регистрировалось повышение топливной экономичности дизеля на 8,5 % по сравнению с его работой без ТХР.

Здесь следует отметить, что улучшение топливно-экономических характеристик исследуемого дизеля с ТХР, работающего на смеси дизельного топлива и водородосодержащих продуктах конверсии метанола, обусловлено совокупным влиянием двух факторов: повышение энергии исходного топлива (метанола) за счет утилизации теплоты ОГ и улучшением кинетических показателей процесса сгорания в присутствие водорода [1,2]. Для выявления доли участия каждого фактора в повышении топливной экономичности двигателя проведено его испытание с использованием реактора конверсии метанола с автономным электрическим подогревателем, т.е. без использования (регенерации) тепловой энергии ОГ для энергопреобразования топлива. На основе сопоставления данных двух испытаний установлено, что в результирующем энергосберегающем эффекте (8,5 %) доля от эффекта энергопреобразования топлива составляла 4,5 %, а за счет совершенствования рабочего процесса – порядка 4 %. Важно отметить, что снижение расхода топлива сопровождалось улучшением экологических качеств дизеля, работающего совместно с ТХР. В частности, на номинальном режиме содержание дисперсных частиц в ОГ снижалось на 45 %, оксидов азота на 16 %. Подобное снижение эмиссии этих главных токсических компонентов ОГ обусловлено известными [2] активирующими свойствами водорода, содержащегося в продуктах конверсии метанола.

Для оценки энергосберегающего эффекта в условиях рабочего цикла ДВС с искровым зажиганием были проведены испытания на моторном стенде двигателя автомобиля класса "В", оснащенного ТХР [3]. В качестве основного топлива использовались продукты конверсии метанола. Установлено, что экономичность ДВС на режиме холостого хода зависит от его скоростного режима. При низких значениях частоты вращения коленчатого вала (от 1000 до 2500 мин$^{-1}$), характеризующихся пониженным температурным уровнем ОГ (ниже 300 °С – рабочей температуры конверсии метанола), показатели рабочего цикла практически соответствовали базовому варианту ДВС. Наиболее ощутимое повышение экономичности (на 15,5 % по сравнению с работой на бензине) наблюдалось в диапазоне частоты вращения вала от 2800 до 3300 мин$^{-1}$ при температуре ОГ 350...450 °С. Это объясняется тем, что в данном диапазоне частоты вращения потребляемая реактором тепловая энергия и располагаемая энергия теплоносителя (ОГ) оказываются практически сопоставимыми, а следовательно, процесс энергопреобразования топлива (метанола) достигает предельно возможной эффективности.

На всех нагрузочных режимах ДВС с ТХР экономические показатели его рабочего цикла оказались выше (в среднем на 14 %), чем при работе на бензине (без ТХР). Подобное улучшение топливной экономичности исследуемого двигателя обусловлено совокупным влиянием двух указанных выше факторов. Для выявления этих факторов было проведено дополнительное экспериментальное исследование. Его идея заключалась в следующем. На первой стадии испытаний с использованием газобаллонной системы питания в цилиндры двигателя подавали синтез-газ, имеющий компонентный состав, аналогичный составу продуктов кон-

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:27

Composite Default screen

версии метанола (ПКМ): 65 % об. H_2 и 35 % об. CO. Очевидно, что в данном случае эффект утилизации тепловой энергии ОГ для повышения энергии топлива не проявлялся.

На второй стадии испытаний двигатель работал совместно с ТХР. Утилизированная энергия ОГ, преобразованная в новый вид топлива (ПКМ) с более высокими энергетическими показателями, использовалась для совершения дополнительной полезной работы. То есть ДВС работал по схеме регенеративного цикла. Учитывая то, что в обоих случаях топливо имело один и тот же компонентный состав, его показатели сгорания, а следовательно, и характер воздействия на кинетические параметры рабочего цикла был идентичным. Следовательно, наблюдаемое в опыте повышение экономичности ДВС однозначно соответствовало эффекту энергопреобразования топлива за счет регенерации энергии ОГ. Это повышение на режимах внешней скоростной характеристики составило в среднем 4,3 %, а максимально – 5,3 %.

Далее было проведено исследование уровня энергосбережения на том же автомобиле с ДВС, работающего совместно с ТХР, в условиях ездового цикла. Испытания проводились согласно регламенту, установленному стандартным ездовым циклом ГОСТ 20306–85, при котором топливная экономичность транспортного средства оценивается расходом топлива на участке его пробега протяженностью 100 км. При испытаниях зарегистрировано снижение путевого расхода топлива для данного автомобиля на 15,1 % по сравнению с его бензиновым аналогом. Для выявления индивидуального эффекта энергопреобразования альтернативного топлива проведены сравнительные испытания автомобиля с ДВС с питанием синтез-газом из автономных баллонов (без проявления регенеративного эффекта). По итогам сопоставления данных двух испытаний установлено, что повышение экономичности за счет эффекта энергопреобразования топлива составило 4,8 %.

Применение рассмотренного способа в транспортных двигателях представляется, априори, весьма перспективным. Благодаря технической простоте его реализация не требует переоборудования технологии существующего производства ДВС и финансовых вложений. В качестве базового двигателя может быть использована любая серийная модель ДВС (в том числе и двигатель, находящийся в эксплуатации). Основной элемент системы преобразования (повышения) энергетических качеств топлива – термокаталитический реактор представляет собой простейшую конструкцию теплообменного аппарата, массовые и габаритные характеристики которого (в объеме обычного глушителя) обеспечивают удобство его установки в выпускной системе двигателя.

Важным стимулом дальнейшего развития подобных систем является то, что они обуславливают возможность совокупного совершенствования экологических и топливно-экономических характеристик транспортных средств, обеспечивая при этом возможность замены традиционного нефтяного топлива альтернативным энергоносителем из возобновляемых, в том числе, биологических источников, способствуя, таким образом, решению проблемы ресурсосбережения.

Заключение

По приведенным результатам можно заключить, что наряду с другими направлениями по совершенствованию показателей работы двигателей, предложенный способ можно отнести к одному из перспективных направлений в области поисковых исследований в сфере транспортной энергетики. Этот способ следует рассматривать как один из вариантов решения ряда проблемных вопросов в контексте социально важных проблем экологической безопасности и энергообеспечения транспорта альтернативными видами топлива из возобновляемых сырьевых источников. Предложенный способ может быть направлен на разработку новых типов рабочего процесса ДВС, а также модификацию уже существующих. Его применение может быть успешно совмещено с рядом других известных мероприятий, дополняя и усиливая при этом их совокупную эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Фомин В.М., Каменев В.Ф., Хрипач Н.А.** Анализ экономических показателей дизеля при работе на водородно-дизельном топливе // АГЗК + Альтернативное топливо. 2006. № 1 (25). С. 60–63.

2. **Фомин В.М., Каменев В.Ф., Хрипач Н.А.** Автомобильный двигатель, работающий на смесевом топливе бензин–водород // АГЗК + Альтернативное топливо. 2006. № 1 (25). С. 72–77.

3. **Fomin V.M. and Makunin A.V.** Thermo chemical recovery of heat contained in exhaust gases of internal combustion engines (a general approach to the problem of recovery of heat contained in exhaust gases) // Theoretical foundations of chemical engineering. 2009. Vol. 43. № 5. P. 834–840.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:28

Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДОБАВОК К КАТАЛИЗАТОРАМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

А.В. Тростина, аспирант кафедры "Технология переработки нефти"
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,
В.М. Капустин, профессор, д.т.н., зав. кафедрой "Технологии переработки нефти"
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, директор ОАО "ВНИПИнефть"

На основе комплексного анализа научно-технических работ в области применения добавок в катализаторы каталитического крекинга определены направления их эффективного применения.

Ключевые слова: каталитический крекинг, катализаторы, добавки в катализаторы каталитического крекинга.

ANALYSIS OF MODERN ADDITIVES TO CATALYTIC CRACKING CATALYSTS AND THEIR PROSPECTS FOR THE EFFECTIVE APPLICATION

A.V. Trostina, post-graduate student, Department of Oil Refining Technologies of Gubkin Russian State University of Oil and Gas,
V.M. Kapustin, professor, doctor of technical sciences, head of the Department of Oil Refining Technologies of Gubkin Russian State University of Oil and Gas, director of JSC "VNIPIneft"

Based on a comprehensive analysis of the scientific and technical works in the use of additives in the catalytic cracking catalysts were identified areas of their effective application.

Keywords: catalytic cracking, catalysts, additives in catalytic cracking catalysts.

Введение

Постоянно увеличивающийся спрос на моторные топлива требует дальнейшего углубления переработки нефти, разработки новых и усовершенствования существующих вторичных технологических процессов по переработке тяжелых вакуумных дистиллятов и остаточных фракций. В промышленной практике одним из основных вторичных процессов переработки углеводородного сырья, позволяющих получать высокооктановые автомобильные бензины и компонент дизельного топлива, является каталитический крекинг различных видов дистиллятного и остаточного сырья [1].

В связи с этим одним из направлений интенсификации процессов получения высокооктановых экологически чистых компонентов бензина и дизельного топлива, повышения их выхода при крекинге тяжелых видов сырья является разработка и создание более активных и селективных катализаторов, а также нахождение оптимальных присадок и добавок к катализаторам.

1. Характеристика катализатора каталитического крекинга

Процесс каталитического крекинга является одним из наиболее распространенных крупнотоннажных процессов углубленной переработки нефти и в значительной мере определяет технико-экономические показатели современных и перспективных НПЗ топливного профиля.

Современные катализаторы крекинга являются сложными многокомпонентными системами, активным началом которых служит цеолит *Y* в редкоземельной или декатионированной формах, равномерно распределенный в составе носителя – аморфного алюмосиликата. Также в нем присутствуют различные связующие вещества и добавки [2]. Матрицы бывают различных типов. Они могут быть классифицированы по различным критериям: химический состав, природа ее компонентов (синтетические, полусинтетические или природные), каталитической роли, которую они выполняют (неактивные или с низкой, средней или высокой активностью). Большинство коммерческих катализаторов имеют полусинтетические матрицы, состоящие из синтетического компонента, обычно аморфного SiO_2, Al_2O_3 либо SiO_2/Al_2O_3, и натурального компонента, обычно глины [3]. Другими составными частями служат добавки, позволяющие осуществлять при регенерации регулируемый дожиг оксида углерода в диоксид, снижать

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:28

Composite Default screen

отравляющее действие соединений тяжелых металлов, способствующие восстановлению оксидов серы в сероводород в зоне крекинга, улучшению качества продуктов, повышающие активность и селективность катализатора без ухудшения его эксплуатационных характеристик [4].

Современные и перспективные процессы каталитического крекинга требуют улучшения и оптимизации дополнительно таких свойств ЦСК, как износостойкость, механическая прочность, текучесть, стойкость к отравляющему действию металлов сырья и т.д., а также тех свойств, которые обеспечивают экологическую чистоту газовых выбросов в атмосферу.

2. Добавки к катализатору каталитического крекинга

В последние годы прогресс в области каталитического крекинга был связан с дальнейшим совершенствованием высокоактивных и селективных цеолитсодержащих катализаторов.

С целью совершенствования катализаторов крекинга проведены исследования по подбору соотношения матрица-цеолит [5, 6], изучено влияние природы аморфной алюмосиликатной матрицы и соотношения в ней окиси алюминия [7], модифицирования цеолита и матрицы ионами различных металлов переменной валентности [8]. На выход и качество продуктов крекинга оказывает влияние введение в катализатор промотора дожига [4, 9, 10], добавки, способствующей снижению в дымовых газах количества двуокиси серы [4, 10], а также добавки улавливания (фиксации) оксидов ванадия и никеля [11].

В связи с резким повышением цен на редкоземельные металлы, ряд компаний стали разрабатывать новые катализаторы с меньшим количеством используемых редкоземельных элементов.

Так, в [12] было проведено ряд исследований направленных на снижение концентрации редкоземельных элементов в катализаторах FCC. В большинстве катализаторов FCC компании BASF NaphthaMax содержание редкоземельных элементов составляло около 2,8 %. Так, в ходе работы был получен новый тип катализатора NaphthaMax с содержанием РЗЭ 1,8 %. Данный катализатор обеспечивает аналогичные выходы продуктов, что и катализаторы с содержанием РЗЭ в количестве 2,8 %. Результаты промышленных испытаний катализаторов приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, уменьшение содержания РЗЭ в катализаторе каталитического крекинга незначительно отражается на выходах продуктов. Данные эксплуатационные характеристики катализатора были получены с применением ноу-хау компанией BASF, суть которых заключается непосредственно в модифицировании структуры катализатора.

В [13] описывается возможность использования катализаторов FCC без или с малым количеством РЗЭ в своем составе. В качестве примера можно привести ряд катализаторов компании Grace Davison , REsolution™, REBEL™, REACTOR™, REMEDY™ and REduceR™, в которых содержание РЗЭ составляет 0...0,7 % мас. [14].

Таблица 1

Результаты промышленных испытаний катализаторов NaphthaMax

Показатель	NaphthaMax (2,7 % мас. РЗЭ)	NaphthaMax (1,8 % мас. РЗЭ)
Выход, % мас.:		
H_2	0,09	0,08
H_2S	0,17	0,15
сухой газ	4,02	3,97
ППФ	9,16	9,41
ББФ	12,23	12,55
бензин	42,95	42,08
легкий газойль	13,79	14,41
тяжелый газойль	12,53	12,15
кокс	5,19	5,17
Конверсия, % мас.	73,8	74,4

Таблица 2

Результаты испытаний катализатора REBEL™ Catalyst

Показатель	REBEL™ Catalyst	MIDAS-100
Температура, °С:		
реактор	495	520
регенератор	718	716
Кратность циркуляции	5,8	5,5
Выход, % мас.:		
сухой газ	1,8	1,8
ППФ	3,5	3,5
ББФ	5,2	5,4
бензин	46,6	46,8
газойль	9,6	9,5
кокс	4,2	4,3

Данные катализаторы ни по какому из показателей не уступают промышленным катализаторам с содержанием РЗЭ в количестве 2,6 % мас. В качестве катализатора сравнения используем хорошо зарекомендовавший себя в промышленности катализатор MIDAS®-100 (табл. 2).

2.1. Промоторы окисления оксида углерода

В процессе эксплуатации установок каталитического крекинга возникает ряд проблем, имеющих

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:28

Composite Default screen

технологические, энергетические и экологические аспекты. При непрерывной регенерации закоксованных катализаторов крекинга происходят небольшие загрязнения воздуха на нефтеперерабатывающих предприятиях, так как отходящие газы регенерации содержат оксиды углерода, серы, азота и аммиака.

Количество образующихся продуктов окисления, а следовательно, количество выделяющегося тепла в регенераторе зависит от многих факторов, из которых определяющими являются состав коксовых отложений (содержание водорода, которое в реальных условиях колеблется от 6 до 14 %) и глубина окисления CO в CO_2.

Ранее на ряде установок каталитического крекинга были установлены выносные котлы дожига оксида углерода. Однако это требовало больших капитальных затрат и не предотвращало неконтролируемое окисление CO в CO_2. Наибольший эффект дает способ регенерации катализатора с использованием каталитического дожига CO в присутствии специальных катализаторов, применение которых позволяет снизить температуру реакции окисления CO. При этом дожиг CO происходит в плотном кипящем слое катализатора, что способствует интенсификации выжига кокса и приводит к снижению его остаточного содержания. Использование катализаторов дожига позволяет осуществлять в плотной фазе как частичный, так и полный дожиг CO.

Многочисленные исследования показали, что наиболее эффективно катализируют окисление CO металлы платиновой группы. Взаимодействие CO с кислородом на поверхности этих элементов является одной из самых быстрых в природе каталитических реакций. Металлы платиновой группы можно расположить в ряд по степени убывания их окислительной активности следующим образом $Ir \geq Pt \geq Pd \geq Rh \geq Ru \geq Os$.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что более перспективно использование промотора окисления в виде отдельных добавок, так как введение твердого промотора в систему независимо от катализатора позволяет с максимальной гибкостью управлять процессом окисления CO в регенераторе. Отмечается, что промотированный катализатор более чувствителен к отложению кокса, чем промотор-добавка [10].

Из анализа сведений о промышленных катализаторах – промоторах окисления CO ведущих зарубежных фирм [15]. Можно видеть, что современные промышленные катализаторы окисления CO являются специальными катализаторами-добавками к основному катализатору.

Результаты работы катализатора окисления КО-9 (табл. 3) на установке каталитического крекинга 1А/1М ОАО "АНХК" обобщены в работе [16]. Первоначально в систему был загружен первый отечественный катализатор КО-9, разработанный ВНИИ НП, в количестве 0,02 % от общей массы циркулирующего катализатора. Из анализа состава дымовых газов, отобранных после ввода катализатора окисления, катализатор показал снижение содержания CO с 5,5 до менее 0,05 % об.

Таблица 3

Влияние катализатора окисления на показатели работы установки 1А/1М ОАО "АНХК"

Показатель	База	С добавкой КО-0
Температура, °С:		
крекинга	465...475	475...485
нагрева сырья	340...380	270...410
в кипящем слое	540...550	580...605
в куполе регенератора	522...545	560...590
Давление, МПа:		
в реакторе	0,15	0,16
в регенераторе	0,10	0,10
Количество выжигаемого кокса, т/ч	3,0	3,4
Глубина регенерации, %	53	67
Содержание кокса на катализаторе, %:		
из реактора	0,70...0,75	0,50...0,60
из регенератора	0,35...0,40	0,25...0,29
Состав дымовых газов, % об.:		
O_2	6,5...7,5	4,5...5,5
CO	5,2...5,8	< 0,05
CO_2	7,4...7,8	11,5...13,5

Как видно, регулируемое окисление CO в CO_2 привело к увеличению температуры регенерации на 40...45 °С и снижению содержания остаточного кокса на катализаторе до 0,2 %. Интенсификация стадии регенерации позволила повысить температуру крекинга и уменьшить температуру предварительного нагрева сырья на 70 °С. А суммарный выход светлых нефтепродуктов увеличен на 3 %. Практически исключены выбросы в атмосферу CO [10].

Таким образом, внедрение технологии регенерации катализатора крекинга с применением катализаторов окисления позволяет улучшить технико-экономические показатели работы установки каталитического крекинга и обеспечить резерв для наращивания ее производительности.

В настоящее время на трех промышленных установках крекинга используется усовершенствованная модификация катализатора окисления КО-10.

Авторами [17] в качестве добавки окисления CO предлагается композиция ММ–Al_2O_3–MnO_2, активным компонентом которой является алюминат марганца $Mn_{0,27}Al_2O_{3,27}$, формирование которого происходит при температуре 950...970 °С и обеспечивает

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:29

Composite Default screen

композиции высокую активность в реакции окисления CO, сопоставимую с активностью платиносодержащего катализатора окисления CO. В сравнении с промышленным катализатором КО-10 (0,05 % Pt), который обеспечивает степень превращения CO 94,3...96,4 %, композиция ММ–Al_2O_3 –MnO_2 обеспечивает степень превращения CO 94,5...96,5 %. На основе этого можно сделать вывод, что применение композиции ММ–Al_2O_3 –MnO_2 экономически выгодно.

В [18] используется промотор окисления CO на основе композиции следующего вида М / Ce^{n+}/Na^+ /γ-Al_2O_3, где М – Pd, Pt, Rh. Данная добавка обеспечивает остаточное содержание CO в отходящих дымовых газах менее 0,05 % об.

В настоящее время совершенствование процесса промотирования окисления CO ведется в направлении использования различных окислителей и способов их введения в зону регенерации.

2.2. Добавки связывания оксидов серы и азота

В процессе работы установок каталитического крекинга 70...80 % сернистых соединений, разлагаясь, переходят на катализатор, а затем выжигаются с его поверхности в регенераторе и с дымовыми газами в виде оксидов серы выбрасываются в окружающую среду. По законодательству ряда стран, в том числе и США, выбросы в атмосферу SO_x не должны превышать 715...860 мг/м^3, т.е. требуется поглощение в среднем около 70 % оксидов серы, образующихся при сгорании кокса в регенераторе. Количество выбросов этих вредных веществ снижают или путем предварительной гидроочистки сырья, или очисткой дымовых газов, или введением в катализатор крекинга добавок модификаторов для связывания оксидов серы [10, 19, 20].

За рубежом широкое распространение получила технология связывания оксидов серы в регенераторе с помощью специальных добавок. В качестве катализаторных добавок для уменьшения содержания оксидов серы используют различные формы оксида алюминия, а также $A1_2O_3$, модифицированный оксидами РЗЭ, Mg, Bi и др. [21]. Принцип действия таких добавок состоит в том, что входящий в состав катализатора оксид металла взаимодействует с SO_x, образуя сульфаты. Последние, попадая вместе с катализатором крекинга в восстановительную среду реактора, разлагаются с образованием H_2S и оксида металла. Закоксованный катализатор крекинга возвращают в регенератор, и весь цикл повторяется сначала. Образующийся H_2S поступает на установку по производству серы или серной кислоты.

Поскольку при переносе серы из регенератора в реактор выход сероводорода повышается лишь на 10 %, то, как правило, дополнительного оборудования для очистки газов крекинга от сероводорода не требуется.

В последние годы развиваются два основных направления в решении проблемы сокращения выбросов SO_x на установках крекинга: создание катализаторов крекинга, обладающих повышенной эффективностью в связывании SO_x, и специальных добавок к основному катализатору крекинга.

Более перспективным является использование отдельной добавки к катализатору благодаря следующим преимуществам:

– большая адсорбционная способность к SO_x;
– повышенная гидротермическая стабильность;
– инертность к реакциям крекинга.

Кроме того, использование отдельной добавки позволяет более гибко управлять процессом крекинга: загрузку катализатора для связывания SO_x можно производить в любое время и в количествах, необходимых для обеспечения желаемого уровня снижения выбросов оксидов серы в атмосферу. Оптимальное количество катализаторной добавки для связывания SO_x составляет 3...5 % от общего веса загружаемого катализатора в систему. Некоторые фирмы выпускают катализаторы крекинга, в состав которых введены добавки в количестве 2,0 % (лидеры – фирмы Shevron, Engelhard, Grase Davison и др.) [9, 10].

Первая отечественная добавка ПС-17, разработанная во ВНИИ НП, успешно использовалась на двух установках крекинга ОАО "АНХК". Использование ПС-17 проводили при следующих условиях:

Температура, °С	
крекинга	475
регенерации	610...620
Кратность циркуляции катализатора	6,5
Расход воздуха на регенерацию, м^3/ч	48 000
Остаточное содержание кокса на катализаторе	0,2

После ввода ПС-17 содержание оксидов серы в газах регенерации снизилось с 960 до 350 ppm. При использовании ПС-17 содержание сероводорода в сухом газе увеличилось с 3,7 до 5,7 % об.

Анализ полученных результатов показал, что выход продуктов крекинга при этом остается на прежнем уровне. Присутствие ПС-17 в количестве до 5...7 % на циркулирующий равновесный катализатор крекинга практически не оказывало влияния на селективность процесса.

Таким образом, авторами показано, что добавка ПС-17 является эффективной при связывании оксидов серы в газах регенерации и ее использование не оказывает отрицательного влияния на качество целевых продуктов каталитического крекинга. Качество догружаемой добавки ПС-17 определяется видом используемого сырья, типом основного катализатора крекинга с учетом конкретных условий установки.

Применение ПС-17 в сочетании с промоторами окисления КО-9 и КО- 10 позволило значительно улучшить экологическую обстановку на Ангарском, Ново-Бакинском и Уфимском НПЗ. В настоящее время ОАО "ВНИИ НП" совместно с ОАО "АЗКиОС" разработана усовершенствованная добавка ПС-17, обеспечивающая большую глубину удаления оксидов серы.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 *. 13:29:29

Composite Default screen

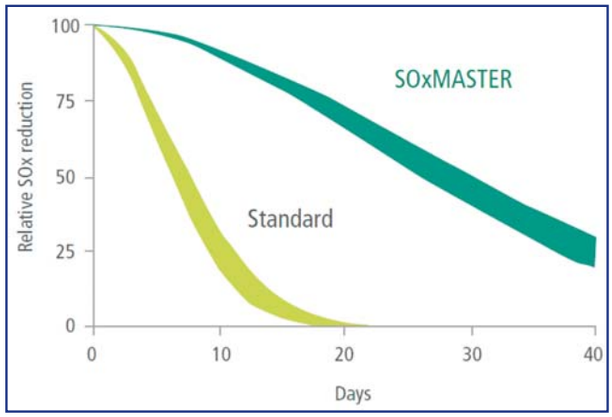

Рис. 1. *Сравнительная характеристика работы добавки SO_xMASTER по сравнению со среднестатистической добавкой улавливания SO_x*

В настоящее время рынок добавок, направленных на сокращение выбросов SO_x в атмосферу, довольно многообразен, и большинство компаний предлагают использование их фирменных добавок. В качестве примера можно привести одну из таких добавок компании Albemarle Corporation [22] SO_xMASTER, активным началом которой является оксид магния. Одним из преимуществ данной добавки является высокая поглотительная способность, а также высокая стойкость к дезактивации, по сравнению с аналогичными добавками, представленными на рынке. На рис. 1 дана сравнительная характеристика работы добавки SO_xMASTER.

В ходе испытаний, добавка SO_xMASTER обеспечивала снижение концентрации оксидов серы в отходящих дымовых газах на 50 % по сравнению с конкурентами. Добавление добавки SO_xMASTER в количестве 8 % мас. к основному катализатору крекинга позволило значительно снизить выбросы оксидов серы в атмосферу. Результаты испытаний можно представить в виде графика, изображенного на рис. 2.

В работе [23] показаны хорошие результаты использования композиции $TiO_2/V_2O_5/WO_3/MoO_3$ нанесенная на цеолит с добавлением оксида хрома и железа. Применение данной композиции в качестве добавки позволяет снизить содержание NO_x в отходящих газах на 90 %. Принцип работы данной добавки является в катализе реакции между NH_3 и NO_x приводящая к образованию азота.

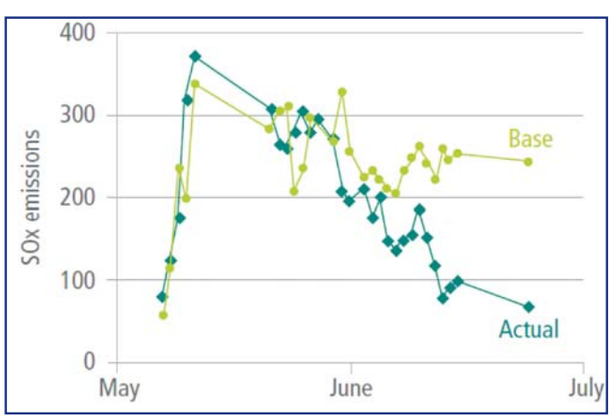

Рис. 2. *Испытание добавки в течение нескольких месяцев*

Высокие выбросы оксидов азота примерно около 100 т/год [24], связаны, прежде всего, с использованием промоторов окисления CO на основе Pt. С одной стороны, промоторы на основе Pt должны обеспечить высокую степень окисления CO в CO_2, но с другой – они также катализируют реакции образования оксидов азота из промежуточных азотсодержащих соединений [25] .

Авторы [26] предлагают использовать в качестве добавки, снижающей выбросы NO_x, добавку на основе промотора окисления CO, но с добавлением иридия или родия в количествах меньших, чем количество платины в промоторе окисления CO.

В работах [27] раскрывается возможность использования добавок медьсодержащего цеолита для снижения выброса NO_x из регенератора.

Авторы [28] предлагают использовать добавку $CLEANO_x$. FCC добавка предназначена для удовлетворения все более жестких требований к выбросам дымовых газов из регенератора. Добавка $CLEANO_x$ эффективна в сочетании как с платиновыми так и с неплатиновыми промоторами CO. Ее стабильность обеспечивает дальнейшее сокращение выбросов NO_x даже после того, как догрузка добавки прекращается. В добавке $CLEANO_x$ используют новую комбинацию активных веществ для адсорбции NO_x и для сокращения и удаления NO_x и преобразования его в азот. Применение данной добавки позволяет уменьшить содержание NO_x в газах регенерации до 80 % с минимальным влиянием на выход продуктов.

В связи с ужесточаемыми требованиями к содержанию серы в бензине, в ряде стран все большую популярность приобретают добавки, направленные на ее снижение в бензинах каталитического крекинга [21].

В ряде патентов таких компаний, как Shevron, Engelhard, Grace Davison говорится об использовании добавок на основе оксида алюминия с добавлением металла в нулевой валентной форме или окисей Ni, Cu, Zn, Cd, B, Sn, Ti, Pb, Bi, Mg, Mn, Ga, Co, Mo либо их смесей. Использование данных добавок позволяет снизить содержание серы в бензине каталитического крекинга на 55...65 %.

Авторами [29] предполагается использование добавки, направленной на снижение содержания серы в бензине на основе шпинели Zn–Mg–Al, которая обеспечивает сокращение серы на 35...40 % .

2.3. Пассивация металлов на катализаторах крекинга

В настоящее время одним из основных факторов, сдерживающих переработку нефтяного остаточного сырья в процессе каталитического крекинга, являются

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:37

Composite Default screen

отложения тяжелых металлов, присутствующих в сырье, на катализаторе и отравлении его. Наличие металлов в сырье крекинга, особенно никеля и ванадия, способствует снижению выхода бензина и увеличению коксообразования и водорода в газах. Никель и ванадий являются основными металлами, дезактивирующими катализатор. В сырье они присутствуют в виде хелатных металлоорганических соединений с замкнутой структурой, т.е. в виде порфиринов. Никель и ванадий по-разному влияют на катализатор.

Ванадий в условиях регенерации мигрирует к каталитическим центрам цеолита, образуя эвтектику с РЗЭ, затем она плавится с разрушением кристаллической структуры цеолита [9]. Дезактивирующее действие ванадия усиливается в присутствии катионов натрия в цеолите [20]. Степень разрушения цеолита под действием ванадия зависит от температуры, парциального давления водяного пара, наличия ингибиторов и характера среды (окислительная и восстановительная) [9].

Было показано, что при 500 °С никель даже в незначительных количествах обладает сильным дегидрирующим действием и способствует повышенному коксообразованию на катализаторах, что приводит к снижению выхода бензиновой и дизельной фракций. В большей степени дегидрированию подвергаются нафтеновые углеводороды с образованием ароматических и поликонденсированных ароматических соединений [10].

Причем при низких концентрациях (3 г/кг) никель в 3–4 раза активнее ванадия. При высоких концентрациях металлов на катализаторе (15...20 г/кг) ванадий и никель в одинаковой степени дезактивируют катализатор.

Существуют различные способы снижения отравляющего действия металлов. Это подготовка сырья – гидрообессеривание и деметаллизация. К таким способам относятся и разработка катализаторов со значительно большей устойчивостью к металлам. Наиболее перспективным способом борьбы с отравляющим действием металлов представляется пассивация тяжелых металлов различными добавками в сырье и катализатор. Пассиватор можно вводить различными способами:

1) обработка непосредственно катализатора;
2) в смеси с исходным сырьем;
3) в качестве добавки к катализатору.

Разный механизм действия никеля и ванадия на катализатор обеспечивает применение для каждого металла различных пассиваторов [9]. В [10] приведено, что наилучшие результаты получены при применении сульфата таллия, тетрафенилгермания, четыреххлористого олова, при использовании которых можно реактивировать цеолитсодержащий катализатор крекинга, после отравления его тяжелыми металлами – никелем, ванадием и железом до их содержания в катализаторе 8...20 г/кг.

Высокие пассивируюшие свойства были обнаружены при применении смеси 0,0–дипропилдитиофосфата сурьмы с оксидом дибутилолова (увеличение выхода бензина на 26,7 % отн. при значительном уменьшении кокса и водорода).

Пассиваторы не только снижают отравляющее действие тяжелых металлов на выход жидких продуктов, но и приближают состав жидких продуктов к составу, получаемому на неотравленных катализаторах [30].

В [19] сообщается также о создании жидкой пассивирующей добавки на основе олова, которую вводят в сырье. Считают, что она на 30 % снижает отрицательное воздействие ванадия на выход бензина и на 50 % на выход водорода и кокса. О результатах использования жидкого пассиватора ванадия однозначное мнение пока отсутствует. Некоторые авторы полагают, что его выгодно использовать при концентрации ванадия на катализаторе 1000...3000 мг/кг, другие – выше 5000 мг/кг, и что он в три–четыре раза менее эффективен, чем твердая добавка.

В настоящее время пассиваторы применяют на 80 % установок FCC остатков в США и на 50 % установок в Западной Европе [4].

2.4. Октаноповышающие добавки

В легких продуктах каталитического крекинга (углеводородные газы, бензиновые фракции) помимо ароматических, непредельных и изопарафиновых углеводородов содержится некоторое количество н-алканов. Последние, ввиду их специфических свойств, обладают низкими антидетонационными характеристиками. Поэтому удаление н-алканов из бензиновых фракций, получаемых в процессе каталитического крекинга, приводит к существенному росту их октанового числа. Существует ряд способов депарафинизации углеводородных смесей: адсорбционное и абсорбционное извлечение, микробиологическое удаление, селективный крекинг и преимущественная изомеризация н-алканов на цеолитах СВК (ZSM-5). Первые три из перечисленных методов требуют больших капитальных вложений. Применение в процессе каталитического крекинга специальных катализаторов, содержащих цеолиты ZSM-5 и повышающих октановое число бензинов, обходится во много раз дешевле. Они позволяют повышать октановое число получаемых бензиновых фракций по моторному методу на 1,5–2,0, а по исследовательскому – на 3–4 пункта.

Добавка ZSM-5 увеличивает октановое число в бензине FCC за счет крекирования тяжелых фракций бензина. Эта реакция главным образом происходит на более сильном кислотном участке ZSM-5, а не на USY [31].

Ввиду того, что повышение октанового числа за счет использования добавки ZSM-5 приводит к снижению выхода высокооктанового бензина, рядом авторов [32] были предложены повышения октанового числа. Так, в [31] повышение октанового числа было достигнуто усовершенствованием катализатора FCC без любого изменения эксплуатационного режима и уменьшения выхода бензина FCC.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:37

Composite Default screen

Развитие этого катализатора может быть выполнено тремя подходами следующим образом:

1. Усовершенствование гидротермальной стабильности цеолита USY с увеличением отношения Si/Al в структуре цеолита посредством прокаливаний.

2. Увеличение веса цеолита USY в катализаторе FCC.

3. Увеличение веса алюминия с большей пористостью, чем цеолит USY в FCC катализаторе.

Так, работы [7] свидетельствуют о том, что изменением остаточного содержания Na_2O и мольного соотношения SiO_2/Al_2O_3 в цеолите можно достигать максимального выхода бензина с незначительным увеличением его октанового числа (+0,8).

Помимо повышения октанового числа бензина в процессе FCC, добавка ZSM-5 обеспечивает увеличение выхода пропилена, бутилена в зависимости от ее концентрации в базовом катализаторе FCC. Так, в работах [33, 34] были предприняты попытки интенсифицировать процесс крекинга введением в различные катализаторы добавок на основе стандартной цеолитсодержащей добавки ZSM-5. При введении в каталитическую систему добавки ZSM-5 в количестве 10...20 %, в зависимости от количества вводимой добавки, выход пропилена увеличивается на 9...8 % соответственно, однако при увеличении добавки до 20 % коксование поверхности резко возрастает. В работах было показано, что оптимальное содержание добавки ZSM-5 в катализаторе составляет 10 %.

Вывод. Проведен детальный анализ современных добавок для катализаторов каталитического крекинга и показано их эффективное применение для оптимальных выходов целевых продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Чернышева Е.А.** Проблемы и пути развития глубокой переработки нефти в России // Бурение и нефть. 2011. № 5.

2. **Marcilla A., Gomez-Siurana A., Valdes F.** Catalytic cracking of low-density polyethylene over H-Beta and HZSM-5 zeolites: influence of the external surface // Kinetic model. Polymer Degradation and Stability. 2007. № 92 (2). P. 197–204.

3. **Scherzer J.** Designing FCC catalysts with high-silica Y zeolites // Applied Catalysis. 2006. P. 4–32.

4. **Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А.** Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: учеб. пособ. / под ред. С.А. Ахметова. СПб.: Недра, 2009. 832 с.

5. **Фархадова Г.Т., Бабаева Ф.А., Мамедова Т.А.** Крекинг тяжелого нефтяного сырья на цеолитсодержащих катализаторах / Мемориальная конф. "Молекулярный дизайн катализаторов и катализ в процессах переработки углеводородов и полимеризации". Тез. докл. Омск. июнь 2005. С. 189–191.

6. **Доронин В.П., Сорокина Т.П.** Химический дизайн катализаторов крекинга // Российский химический журнал. 2007. Т. LI. № 4.

7. **Левинбук М.И., Мелинг А.А. и др.** Разработка новых каталитических систем как возможная альтернатива модернизации реакторно-регенераторной секции установок каталитического крекинга // Мир нефтепродуктов. 2008. № 8. С. 9–18.

8. **Чжу Д.П. и др.** Влияние матрицы на термостабильность и каталитическую активность цеолита НРЗЭУ / Мемориальная конф. "Молекулярный дизайн катализаторов и катализ в процессах переработки углеводородов и полимеризации". Тез. докл. Омск, июнь. 2005. С. 72–73.

9. **Капустин В.М., Гуреев А.А.** Технология переработки нефти. Ч. 2. Деструктивные процессы. М.: Колосс, 2008. 334 с.

10. **Алиев Р.Р.** Катализаторы и процессы переработки нефти. М., 2010. 389 с.

11. **Белая Л.А. и др.** Мемориальная конференция "Молекулярный дизайн катализаторов и катализ в процессах переработки углеводородов и полимеризации" Омск. 2005. июнь. С. 67–68.

12. **Fluid** Catalytic Cracking (FCC) Catalyst Optimization to Cope with High Rare Earth Oxide Price Environment. 2011. [В интернете] Available: http://www.basf.com [Дата обращения: 29.11.2011].

13. **Shawn A. Abrams.** Zero/Low Rare Earth FCC Catalyst Technology Ready for Commercialization. // Refinery operations journal. 20.07.2011.

14. **Schiller R.** Grace Davison: Optimizing Operations in a High Rare-Earth Cost World, [в интернет], Available: http:www.CatCracking.com [Дата обращения: 1.12.2011].

15. **Patent US** 0050529, FCC CO oxidation promoters, 2009.

16. **Елшин А.И., Соляр Б.З. и др.** Разработка и внедрение современной технологии каталитического крекинга на установке ГК-3 // Нефтепереработка и нефтехимия. 2005. № 6. С. 8–12.

17. **Белая Л.А.** Совершенствование катализаторов крекинга с применением композиционных материалов на основе монтмориллонита: дис. ... канд. хим. наук. Омск. 2009. 181 с.

18. **Behnam Bahram, Vasileios G. Komvokis.** Тез. докл. 2012 AIChE Annual Meeting, Pittsburgh Convention Center Pittsburgh, PA, 2011.

19. **Fahim M.A., Sahhaf T.A., Elkilani A.S.** Fundamentals of Petroleum Refining – Great Britain. First edition – 2010.

20. **Технология** переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций. Новополоцк: ПГУ, 2006. 345 с.

21. **Speight J.G., Ozum B.** Petroleum Refining Processes. Marcel Dekker Ins. 2002. 722 p.

22. **FCC additives:** SO_xMASTER™ – Rare-earth-free SO_x reduction for partial- and full-burn units. Albemarle Corporation. 2011. P. 2.

23. **FCC Flue** Gas Emission control options. NPRA, San Antonio. USA. 2002.

24. **Barth J.O., Jentys A., Lercher J.A.** // Ind. Eng. Chem. Res. 43. 3097–3104. (2004).

25. **Davey S.W.** Environmental catalytic cracking technology, Petroleum Technology Quarterly // The Refining, Gas and Petrochemical Processing Website. 2007.

26. **Patent US** 4973339. NO_x control in platinum – promoted complete combustion cracking regeneration.

27. **Патент РФ** 2394065. Способ сокращения выбросов NO_x в процессах полного сжигания продуктов крекинга. 10.07.2010.

28. **CLEANO$_x$** Data Sheet. Environmental Fluid Catalytic Cracking (FCC) additive for reduced NO_x emissions // [В интернете] Available: http://www.catalysts.basf.com [Дата обращения: 3.12.2011].

29. **Ana Alejandra Vargas-Tah and others.** A study on sulfur reduction in FCC gasoline using Zn–Mg–Al spinels // Catalysis Today journal. 2005. October. P. 713–718.

30. **Pinto F.V.** The effect of nickel and vanadium on FCC catalyst // Applied Catalysis A: General 388. (2010). P. 15–21.

31. **Noriyuki Aratani,** Katsuya Watanabe. Techniques for Octane Number Enhancement in FCC gasoline. 20th Annual Saudi-Japan Symposium. Catalyst in Petroleum Refining & Petrochemicals. Dhahran. Saudi Arabia. 12.2010.

32. **Герзелиев И.М., Дементьев К.И., Хаджиев С.Н.** Интенсификация каталитического крекинга промотирующими добавками // Тез. докл. 6-й Всерос. цеолитной конф. "Цеолиты и мезопористые материалы: достижения и перспективы". Звенигород. 2011.

33. **Мурзагалеев Т.М., Восмериков А.В.** Повышение выхода светлых нефтепродуктов в процессе каталитического крекинга тяжелой нефти в присутствии цеолитных катализаторов // Институт химии нефти СО РАН. 2011.

34. **Соляр Б.З., Мнев М.В. и др.** Разработка процесса каталитического крекинга с высоким выходом легких олефинов: исследование структуры выхода продуктов // Химия и технология топлив и масел. 2010. № 2. С. 25–30.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:38

Composite Default screen

СПИСОК АВТОРОВ РАЗДЕЛА "НАУКА"

Элмар Вагиф оглы Иманов, аспирант Института химических проблем НАНА

Рашад Алескер оглу Велиев, канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник Института химических проблем НАНА

Айнура Рамиз кызы Рзаева, аспирант Бакинского государственного университета

Фикрет Ибрагим оглу Шекилиев, канд. хим. наук, ведущ. науч. сотрудник Института химических проблем НАНА

Севиндж Рафиг кызы Гаджиева, профессор, д-р хим. наук, зав. кафедрой Бакинского Государственного Университета

Гюльмамед Зиаддин оглу Сулейманов, профессор, д-р хим. наук, зав. лабораторией Института химических проблем НАНА

Литвишков Юрий Николаевич, член-корр. Национальной академии наук Азербайджана (НАНА), д-р хим. наук, зав. лабораторией "Бифункциональный катализ" Института химических проблем им. акад. М.Ф. Нагиева НАНА

Коклин Иван Максимович, доцент, канд. техн. наук, зав. Невинномысским филиалом кафедр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 357114, г. Невинномысск, ул. Комбинатская, 16. Тел.: 8-928-633-84-52

Потапенко Максим Сергеевич, студент РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Тел.: 8-926-961-03-57

Маленкина Ирина Федоровна, канд. техн. наук, нач. лаборатории ООО "ВНИИГАЗ". Тел.: 8-920-425-44-40

Ганиев Ильдар Рашидович, ведущ. инженер ООО "Компрессор", г. Пенза. Тел.: 8(8412) 67-42-17; +7-905-015-51-99

Цхадая Николай Денисович, профессор, д-р техн. наук, ректор Ухтинского государственного технического университета (УГТУ)

Ягубов Зафар Хангусейн оглы, профессор, д-р техн. наук, зав. кафедрой "Автоматизация технологических процессов УГТУ"

Ягубов Эмин Зафар оглы, д-р техн. наук, зам. директора филиала ДВФУ в г. Находке, e-mail: em13@bk.ru

Ефремов Борис Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики. 8-9219048772, e-mail: bef@front.ru

Рок Дмитрий Маратович, ведущий инженер ООО "АБИТ", Санкт-Петербург. 8-9111894051, e-mail: rokkk@mail.ru

Фомин Валерий Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры "Автомобильные и тракторные двигатели" Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), 119454, Москва, проспект Вернадского, 38-А, кв.16. Тел.: 8-915-211-44-15, e-mail: mixalichDM@mail.ru

Хергеледжи Михаил Валерьевич, аспирант кафедры "Автомобильные и тракторные двигатели" Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ); 107023, Москва, ул. Малая Семеновская, 12. Тел.: 8-926-938-4764, e-mail: hergheledji@mail.ru

Тростина Анастасия Владимировна, аспирант кафедры "Технология переработки нефти" в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Капустин Владимир Михайлович, профессор, д-р техн. наук, зав. кафедрой "Технология переработки нефти" Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, директор ОАО "ВНИПИнефть"

Elmar Vagif ogly Imanov, postgraduate student of the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS

Rashad Alesker oglu Veliev, candidate of chemical sciences, senior researcher of the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS

Aynura Ramiz kyzy Rzaeva, postgraduate student of the Baku State University

Fikret Ibragim oglu Shekilev, candidate of chemical sciences, leading researcher of the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS

Sevinj Rafig kyzy Gadjieva, professor, doctor of chemical sciences, head of the department, the Baku State University

Gul'mamed Ziaddin oglu Suleymanov, professor, doctor of chemical sciences, head of the laboratory, the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS

Litvishkov Yuryi Nikolaevich, corresponding member of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (ANAS), doctor of chemical sciences, head of the "Bifunctional catalysis" department of the Institute of Chemical Problems named by academician M.F. Nagiyev ANAS

Koklin Ivan Maksimovich, associate professor, Cand. Tech. Sci., manager. Nevinnomyssk branch of RGU chairs of oil and name gas I.M. Gubkin. 357114, Nevinnomyssk, Kombinatskaya St., 16. Ph.: 8-928-633-84-52

Potapenko Maxim Sergeyevich, student of RGU of oil and name I.M gas. Gubkin. Ph.: 8-926-961-03-57

Malenkina Irina Fiodorovna, Cand. Tech. Sci., head of JSC VNIIGAZ laboratory. Ph.: 8-920-425-44-40

Ganiyev Ildar Rashidovich, engineer of JSC Kompressor, Penza. Ph.: 8(8412) 67-42-17; +7-905-015-51-99

Tshadaya Nikolay Denisovich, professor, doctor of technical sciences, rector of the Ukhta State Technical University (USTU)

Yagubov Zafar Khanhuseyn oglu, professor, doctor of technical sciences, head of the Automation of technological processes department, USTU

Yagubov Emin Zafar oglu, doctor of technical sciences, deputy director of the Far Eastern Federal University Branch in Nakhodka, e-mail: em13@bk.ru

Efremov Boris Dmitrievich, doctor of technical sciences, Saint-Petersburg State University service and economy, professor, Ph 8-9219048772, e-mail: bef@front.ru

Rok Dmitry Maratovich, ABIT Ltd, engeneer, Ph 8-9111894051, e-mail: rokkk@mail.ru

Fomin V.M., Dr.Eng., Prof., Prof. of department "Automobile and tractor engines" of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI), 119454, Moscow, Prospekt Vernadskogo, 38-A, aprt. 16. Ph: 8-915-211-44-15, e-mail: mixalichDM@mail.ru

Hergheledji M.V., phd student of department "Automobile and tractor engines" of Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI), 107023, Moscow, Malaya Semenovskaya str., 12. Ph: 8-926-938-4764, e-mail: hergheledji@mail.ru

Trostina Anasasiya Vladimirovna, post-graduate student, Department of Oil Refining Technologies of Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Kapustin Vladimir Mihailovich, professor, doctor of technical sciences, head of the Department of Oil Refining Technologies of Gubkin Russian State University of Oil and Gas, director of JSC VNIPIneft

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:38

Composite Default screen

ПЕРЕВОД НА ГАЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ТЭЦ ПРИНЦИПИАЛЬНО УЛУЧШИТ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В РЕГИОНЕ

Об этом заявил заместитель министра Российской Федерации по развитию Дальнего Востока Дмитрий Шелехов, посетивший ТЭЦ-1 города Хабаровска и золоотвал теплоэлектроцентрали, расположенный в районе села Ильинка.

ТЭЦ была введена в эксплуатацию в 1954 г. Работает преимущественно на угле. На газ переведено только 5 котлов из 16.

При сжигании угля выделяется бензопирен. Среднегодовое содержание этого канцерогена в атмосферном воздухе Хабаровска превышает предельно допустимые концентрации, установленные гигиеническими нормативами РФ. По мнению экспертов, Хабаровская ТЭЦ-1 ощутимо загрязняет атмосферу дальневосточной столицы.

Кроме того, в результате работы ТЭЦ-1 ежегодно образуется 140 тыс. т золошлаковых отходов. Ресурс золоотвала, установленный проектом, исчерпан. В настоящее время ведутся работы по наращиванию емкости, поиск новой площадки.

О необходимости закрытия Хабаровской ТЭЦ-1 по экологическим причинам ранее заявлял министр Российской Федерации по развитию Дальнего Востока – полномочный представитель Президента Российской Федерации в Дальневосточном федеральном округе Виктор Ишаев.

В ОАО "ДГК" осознают необходимость модернизации ТЭЦ или ее переноса за пределы города. В то же время вопрос строительства новой станции в компании будет решен не раньше 2018 г.

"Новая станция – это масштабный инвестиционный проект, требующий десятков миллиардов рублей. Собственных средств ОАО "ДГК" будет явно недостаточно. Мы работаем с РАО ЭС Востока, с Русгидро о привлечении инвестиционных средств извне. Нами подготовлено 5 вариантов модернизации, которые переданы на рассмотрение в Русгидро", – сообщил директор филиала "Хабаровская генерация" ОАО "ДГК" Владимир Лариков.

Он также отметил, что вопрос о дальнейшей газификации ТЭЦ-1 отложен до принятия окончательного решения о судьбе станции.

По мнению заместителя министра Российской Федерации по развитию Дальнего Востока Дмитрия Шелехова, перевод на газ энергетических объектов Дальнего Востока необходимо продолжать.

"Газификация Дальнего Востока – не только важнейшая инфраструктурная задача, но и приоритетное экологическое направление развития региона. По оценкам экспертов, от 40 до 60 % бензопирена поступает в атмосферу в результате сжигания угля. При этом в топливном балансе электростанций и источников централизованного теплоснабжения ДФО доля использования угля составляет 74,7 %. Необходимо кардинально менять ситуацию, чтобы сохранить здоровье дальневосточников", – подчеркнул Дмитрий Шелехов.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:40

Composite Default screen

НА АЛТАЕ В ЭТОМ ГОДУ НАЧНЕТСЯ СТРОИТЕЛЬСТВО ЕЩЕ ОДНОЙ ГИБРИДНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Гибридная электростанция на 5 мВт будет построена в отдаленном Кош-Агачском районе.

"Используя альтернативные источники электроэнергии, удается эффективно решать проблемы энергоснабжения в деревнях, на стоянках, турбазах, расположенных в отдаленных и труднодоступных местах нашего горного региона", – сообщил глава Республики Алтай Александр Бердников.

На днях в Яйлю – уникальном селе, которое находится на территории Алтайского государственного заповедника, на берегу знаменитого Телецкого озера, открылась солнечно-дизельная электростанция. Еще недавно в этом таежном селе свет зажигался только по расписанию на четыре часа в сутки – теперь он будет доступен жителям Яйлю круглосуточно. А чуть больше года назад была решена проблема с энергоснабжением жителей еще одного населенного пункта Алтайского заповедника – кордона Беле – там был установлен комплекс ветроустановок.

Станция в Яйлю – пилотная не только для Республики Алтай, но и для всей России. Комбинированных объектов такой мощности еще не строили. Возможно, пуск яйлинской станции станет стартом для широкого использования солнечной энергетики в труднодоступных регионах Дальнего Востока, в Туве, Забайкалье, Якутии.

"Мы и сами планируем продолжать работу в этом направлении. Мощности электростанции в Яйлю – 100 кВт – хватает, чтобы обеспечить потребности поселка. А в ближайшем будущем мы займемся реализацией еще одного подобного проекта, но уже крупного. Гибридная электростанция на 5 мВт будет построена в отдаленном Кош-Агачском районе", – рассказал Александр Бердников.

По его словам, Республика Алтай, не имеющая собственных источников энергии, страдает от энергодефицита. И один из способов решения этой серьезной проблемы – максимальное развитие альтернативной энергетики.

www. RCC.ru

В ЕКАТЕРИНБУРГЕ НАЧАЛИ РАБОТУ ПЕРВЫЕ ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Зарядные станции установлены в рамках пилотного проекта по развитию интеллектуальной системы электроснабжения Smart Grid

Станция постоянного тока предназначена для экспресс-зарядки электромобилей и позволяет зарядить его аккумулятор за 20–30 мин. Вторая станция – переменного тока – используется для полной зарядки любых видов электротранспорта – электромобилей, электровелосипедов и сегвеев. Зарядка электромобиля на такой станции занимает порядка 6–7 ч.

Зарядные станции установлены на парковке строящегося бизнес-центра "Президент" (ул. Ельцина, 1, *а*).

В настоящее время обе станции находятся в процессе тестирования: они используются для зарядки пока единственного постоянно эксплуатируемого в Екатеринбурге электромобиля, который уже почти год использует ОАО "ЕЭСК". В последующем, с распространением в городе электротранспорта, компания планирует построение сети зарядных станций, которые будут оснащены системами учета отпущенной электроэнергии и оплаты услуги по зарядке, чтобы любой владелец электрокара, велосипеда или сегвея мог зарядить свое транспортное средство.

Технология Smart Grid позволит регулировать объемы генерации и распределения электроэнергии в городской сети, объединит все категории энергопотребителей и улучшит экологическую ситуацию благодаря использованию возобновляемых источников электроэнергии и экологического транспорта.

www. RCC.ru

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:45

Composite Default screen

ПРОЕКТ ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПГ В ПРИМОРЬЕ БУДЕТ СООТВЕТСТВОВАТЬ ВСЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ НОРМАМ

Об этом заявил министр Российской Федерации по развитию Дальнего Востока – полномочный представитель Президента РФ в Дальневосточном федеральном округе Виктор Ишаев.

По его словам, проект строительства завода ОАО "Газпром" по производству сжиженного природного газа (СПГ) в Хасанском районе Приморского края должен пройти предусмотренные законом общественные слушания и экологическую экспертизу.

Договоренность о строительстве завода по производству СПГ в Приморском крае была достигнута в мае 2010 г. Проект предполагает строительство на полуострове Ломоносова (бухта Перевозная) завода по производству сжиженного природного газа, состоящего из трех технологических линий мощностью 5 млн т СПГ в год каждая.

Ожидается, что первая линия будет введена в 2018 г.

"Проекта еще нет. Когда появится, то будет согласован, пройдет экологическую экспертизу, общественные слушания по закону. Мнения жителей обязательно учтут", – сказал Виктор Ишаев.

Он отметил, что примеры изменения места расположения объектов уже есть. В Хабаровском крае трассу нефтепровода ВСТО перепроектировали и проложили выше Хабаровска, что позволило обезопасить жителей от ЧС в случае аварии на трубопроводе и попадания нефти в городской водозабор.

www. RCC.ru

ВОДНЫЕ СУДА ЯНАО ПЛАНИРУЕТСЯ ПЕРЕВЕСТИ НА СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Цели "Стратегии социально-экономического развития ЯНАО до 2020 года" оказались в сфере интересов Китая.

Китайская железнодорожная строительная группа (CREC), а также Китайская Южная локомотивно-вагоностроительная Корпорация (CSR) выразили свою заинтересованность в долгосрочном сотрудничестве с правительством Ямало-Ненецкого автономного округа.

В настоящее время в регионе рассматривается ряд бизнес-проектов, направленных на установление обоюдно выгодных связей Ямала и Поднебесной. Одно из предложений – строительство мини-заводов по сжижению природного газа (СПГ). Говорится об организации сети газовых автозаправочных станций совместно с переоснащением наземного транспорта для работы на этом виде топлива.

Преимущества СПГ – в экологичности. Кроме того, основываясь на практическом опыте КНР, можно говорить и об экономичности топлива: "газифицированные" междугородние рейсовые автобусы проходят без дозаправки 500, а максимально – 800 км. В будущем возможно наладить поставки газового моторного топлива в другие регионы России.

Предложение находится на стадии рассмотрения.

В настоящее время специалистами департамента транспорта и дорожного хозяйства ЯНАО проводятся организационные мероприятия по определению экономических и технических возможностей использования газа в качестве топлива на водном транспорте.

www. RCC.ru

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:48

Composite Default screen

ТАТАРСТАН СТАНЕТ ПИЛОТНЫМ РЕГИОНОМ ПО РАЗВИТИЮ РЫНКА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В РОССИИ

Д.Л. Ожегов, гл. специалист по маркетингу направления ГБО ООО "РариТЭК"

В рамках совещания по вопросам развития рынка газомоторного топлива компания "КАМАЗ" и ее дистрибьютор по продукции с газовыми двигателями компания "РариТЭК" приняли участие в выставке автомобилей различного назначения, работающих на компримированном природном газе (метане).

Перед совещанием Сергей Когогин и Рафаэль Батыршин провели презентацию газомоторных автомобилей КАМАЗ и автобусов НЕФАЗ для председателя Совета директоров ОАО "Газпром", председателя правления и генерального директора ООО "Газпром газомоторное топливо" Виктора Зубкова и Президента Республики Татарстан Рустама Минниханова.

Многочисленным участникам и гостям были представлены образцы серийно выпускаемой газомоторной техники КАМАЗ:

городской автобус НЕФАЗ-5299-30-31;

пригородный автобус НЕФАЗ-5299-11-31;

тягач седельный КАМАЗ-65116 на сжатом (КПГ) и сжиженном метане (СПГ);

автокран КС-55713-5К-1 на газовом шасси КАМАЗ-43118(6х6);

самосвал КАМАЗ-6520-35;

самосвал КАМАЗ-65115-30;

мусоровоз БМ-53229Г-1;

вакуумная машина КО-505АГ.

В совещании, которое провели Рустам Минниханов и Виктор Зубков, было заявлено, что рабочая группа с участием представителей Татарстана и ОАО "Газпром" должна представить проект программы развития рынка газомоторного комплекса в РТ.

Виктор Зубков привел ряд примеров, свидетельствующих об экономической эффективности использования газа в качестве моторного топлива вместо бензина и дизтоплива, а также об экологических преимуществах газа. "В этой связи "Газпром" направил всем субъектам Российской Федерации предложения о развитии газомоторной инфраструктуры, – заявил Виктор Зубков. – 54 региона выразили готовность. Мы создали компанию-оператора "Газпром газомоторное топливо", выбрали 10 пилотных регионов. И Татарстан – республика номер один в нашей работе".

Президент Татарстана Рустам Минниханов также отметил, что газ в качестве автомобильного топлива уже активно применяется во всем мире. "И в Татарстане уже есть производитель автомобилей – ОАО "КамАЗ", есть производитель газомоторного оборудования ООО "РариТЭК". И главное, что это экономически целесообразно, – уверен Р. Минниханов. – Но без вложений в инфраструктуру внедрить технологии газомоторного топлива невозможно".

Генеральный директор ОАО "КамАЗ" Сергей Когогин в свою очередь заявил о том, что при достаточных объемах производства компания готова оборудовать все свои сервисы точками обслуживания газомоторных автомобилей. Он также предложил ряд стимулирующих мер для приобретения автомобилей на газомоторном топливе.

"Это взаимно интересный проект, но он требует много усилий, в нормативном, техническом финансовом плане, подчеркнул президент РТ. – Тем не менее, использование газомоторного топлива сейчас – это уже необходимость, в том числе с экологической точки зрения".

В завершение заседания был подписан протокол о намерениях между правительством Республики Татарстан, ОАО "Газпром", ООО "Газпром газомоторное топливо" о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива.

"Через 5 лет весь общественный транспорт, вся коммунальная техника, кроме специальной, муниципальные машины должны быть на газомоторном топливе, – заявил Рустам Минниханов. – Одновременно должны строиться новые заправочные станции".

Подписанный сегодня протокол, по мнению Виктора Зубкова, позволит "Газпрому" и Татарстану начать активную совместную работу по развитию рынка газомоторного топлива, а в дальнейшем этот опыт можно будет распространить и на другие регионы России.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:29:56

Composite Default screen

17-я конференция дилеров "КАМАЗа"

Компания "РариТЭК" – дистрибьютор по продукции с газовыми двигателями КАМАЗ приняло участие в XVII ежегодной конференции официальных дилеров ОАО "КАМАЗ".

По традиции итоги 2012 г. и задачи на 2013 г. определил открывший конференцию генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин. По словам С. Когогина, основные усилия были сконцентрированы на росте производства, продаж, производительности труда и разработке нового модельного ряда. Две главные задачи, которые Когогин озвучил камазовским дилерам, – это увеличение объема продаж и продажи техники уровня "Евро-4".

Также он особо акцентировал свое внимание на газомоторной технике. Отметил положительные тенденции, которые наметились в данном вопросе, упомянул о Постановлении Правительства РФ № 981 от 26.09.2012 г. по субсидированию закупок автобусов на газомоторном топливе, о республиканской программе Татарстана по расширению использования КПГ в качестве моторного топлива. Призвал всех представителей товаропроводящей сети КАМАЗ активнейшим образом включаться в эту работу во всех регионах, а также быть готовыми к оказанию качественных услуг по техническому обслуживанию и ремонту газовой техники.

В один из дней конференции состоялся Круглый стол "Финансовые продукты и система клиентского финансирования", на котором генеральный директор лизинговой компании "КАМАЗ–Лизинг" Олег Ершов сделал доклад "Итоги работы дилеров по программе "Лизинг от производителя". Один из разделов доклада назывался "Новые направления клиентского финансирования КАМАЗ-ЛИЗИНГ", и включал в себя:

– **Лизинг автобусов**

1. Участие в государственной программе субсидирования.
2. Совместные предложения.
3. Финансирование создания инфраструктуры.

– **Лизинг оборудования сервисных центров** (Набор оборудования по газовой тематике).

После деловой части конференции для всех участников был проведен тест-драйв грузовиков и автобусов. Дилерам предложили протестировать грузовики мировых автопроизводителей и КАМАЗ. Тест-драйв проходил на автомобилях снаряженной массой 40 т, и многие водители сошлись во мнении, что КАМАЗ-5490 не уступает в мощности и плавности хода зарубежным тяжеловесам.

На гала-ужине состоялось награждение отличившихся дилеров по итогам 2012 года. Компания "РариТЭК" удостоилась двух дипломов: "За активное участие в рекламных мероприятиях" и "Лучший дилер 3S".

Вручал награды генеральный директор ОАО "КАМАЗ" Сергей Когогин.

"ТАТНЕФТЬ" НА ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ

Компанию "РариТЭК" посетила делегация компании ОАО "Татнефть", целью которой было ознакомление с газовым сервисным центром ООО "РариТЭК".

В состав делегации, которую возглавлял первый заместитель начальника ТУ ОАО "Татнефть" Фарит Салихов, вошли представители транспортных подразделений: "Ямашское УТТ", "Альметьевское УТТ-1", "Елховское УТТ", "УК Татнефть-Транс-Сервис", "Азнакаевское УТТ", "Джалтльское УТТ", "Татнефть – РемСервисТранспорт", "Татбуртранс", "Технотранс", "Лениногорское управление тампонажных работ".

Генеральный директор "РМЗ РариТЭК" Юрий Шпорт провел для гостей презентацию производства газобаллонных автомобилей КАМАЗ и НЕФАЗ, ознакомил с сервисом газовой техники. Подробно были представлены: тормозной стенд МАНА, цех по обслуживанию ГБА, пост аккумуляции и дегазации газа, мобильный сервисный центр, блочная АГНКС БИ-100, модельный ряд газомоторной техники, в том числе новинка –

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:00

Composite Default screen

автокран 55713-1К-1 на газовом шасси КАМАЗ-65115-30.

Транспортная компания нефтяников уже имеет опыт эксплуатации автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием, и знает все преимущества данной автотехники. Два газовых автобуса НЕФАЗ обслуживают ОАО "ТАНЕКО" – крупнейший комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Одним из приоритетов этого проекта является его экологическая направленность. Уже в ближайшее время будут поставлены еще 12 газомоторных автобусов НЕФАЗ-5299-11-31.

На недавнем совещании по вопросам развития рынка газомоторного топлива, которое возглавляли председатель Совета директоров ОАО "Газпром", председатель правления и генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Виктор Зубков и Президент Республики Татарстан Рустам Минниханов, был подписан протокол, который позволяет "Газпрому" и Татарстану начать активную совместную работу по развитию рынка газомоторного топлива, а в дальнейшем этот опыт можно будет распространить и на другие регионы России.

"Через 5 лет весь общественный транспорт, вся коммунальная техника (кроме специальной), муниципальные машины должны быть на газомоторном топливе, – заявил Рустам Минниханов. – Одновременно должны строиться новые заправочные станции".

Справка об ОАО "Татнефть":

Одна из крупнейших отечественных нефтяных компаний, осуществляющая свою деятельность в статусе вертикально интегрированной Группы. На долю Компании приходится около 8 % всей добываемой нефти в РФ и свыше 80 % нефти, добываемой на территории Татарстана. Акции ОАО "Татнефть" входят в группу наиболее востребованных на ведущих российских фондовых площадках: Лондонской фондовой бирже и в германской системе группы Дойче Бурс АГ.

В состав Группы входят:

- нефтегазодобывающие производства (НГДУ, ЗАО "Татнефть – Самара" и др.);
- нефтегазоперерабатывающие производства ("Татнефтепереработка", ОАО "ТАНЕКО");
- нефтехимические производства;
- предприятия по реализации нефти, газа, нефтегазопродуктов и нефтехимии;
- блок сервисных структур.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:09

Composite Default screen

"СОВКОМФЛОТ" ЗАКАЗАЛ ЮЖНОКОРЕЙСКИМ КОРАБЕЛАМ НОВЫЙ ГАЗОВОЗ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СПГ

Под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства в Республике Корея на верфи STX Offshore & Shipbuilding заложен киль нового крупнотоннажного газовоза для транспортировки СПГ в условиях низких температур.

Судно строится по заказу ОАО "Совкомфлот"для Gazprom Global LNG на совместный класс РС и Регистра Ллойда. Спуск на воду нового газовоза запланирован на конец апреля 2013 г.

Строящееся судно – второе в серии из четырех газовозов для перевозки сжиженного природного газа (СПГ) с грузовыми танками мембранного типа вместимостью около 170 000 м^3, строящихся на верфи STX Offshore & Shipbuilding Co., Ltd в Республике Корея под техническим наблюдением РС. Спуск на воду головного судна серии – "VELIKIY NOVGOROD" – состоялся 15 января 2013 г.

Проектом предусмотрено оборудование судов этой серии трехтопливной дизель-электрической энергетической установкой, допускающей использование СПГ в качестве топлива, что позволит существенно снизить уровень выбросов NO_x и SO_x в атмосферу.

Высокотехнологичные проекты в области судостроения являются приоритетным направлением деятельности Российского морского регистра судоходства. Являясь мировым лидером в области классификации и технического наблюдения за судами ледового класса (в классе РС около 3350 судов ледового плавания, из них 32 ледокола) в настоящее время РС активно наращивает потенциал в области технического наблюдения за судами для перевозки СПГ в ледовых условиях. Для этих целей в марте 2012 г. РС открыл Центр по техническому сопровождению проектирования и строительства судов в г. Пусан, Южная Корея. Техническое сопровождение проектирования и строительства этой серии судов стало первым проектом нового Центра.

Energyland.info – Лента новостей

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:14

Composite Default screen

УКРАИНА: ЭКСПЕРТЫ ПРОГНОЗИРУЮТ РЕЗКИЙ РОСТ ПОТРЕБЛЕНИЯ БИОЭТАНОЛА

До 2015 г. потребление топливного биоэтанола в Украине увеличится на 400 %, до 240 т. Такой прогноз содержится в работе "Исследование потенциальных рыночных ниш для реализации химической продукции в Украине", подготовленной аналитиками ГП "Укрпромвнешэкспертиза".

По оценкам экспертов, в 2020 г. потребление биоэтанола в Украине достигнет 400 тыс. т. "В текущий момент производство биоэтанола является чрезвычайно перспективным бизнесом в Украине, – уверен заместитель директора УПЭ Сергей Поважнюк. – К тому же, кроме роста внутреннего спроса, мы ожидаем увеличения потребности в данном топливе в ЕС до 5,7 млн т к 2015 г., что на 50 % больше, чем в 2012 г. С учетом близости данного рынка к Украине отечественные компании всегда будут иметь выгодную альтернативу в виде экспортных поставок в Европу".

По оценкам УПЭ, через 5–10 лет рыночная ниша, на которую могут рассчитывать украинские производители, составит около 1,1 млн т.

По мнению экспертов УПЭ, существенному увеличению производства биоэтанола поспособствовало вступление в действие нормы закона (с 1 января 2013 г.), предписывающей в добровольном порядке добавлять 5 % биоэтанола в бензин. С 2014 г. пятипроцентная доля биоэтанола в топливе станет обязательной, а с 2016 г. она должна будет увеличиться до 7 %. С принятием закона производство биотоплива в стране заметно выросло, но сверхприбыли в этом сегменте пока нет.

"Резкий всплеск потребления биоэтанола также частично обусловлен ростом стоимости нефтепродуктов, – комментирует С. Поважнюк. – При этом наличие возможности изготовления биоэтанола из собственного сырья позволяет данному виду топлива все уверенней увеличивать рыночную нишу в Украине". В то время как спрос на многие виды химической продукции полностью покрывался за счет импорта (к примеру, октановые присадки для бензинов, полиэфиры, фенолформальдегидные и эпоксидные смолы и т.д.), весь биоэтанол пока производится в Украине.

По информации УПЭ, в 2011 г. украинским населением и промышленностью было использовано около 10 тыс. т биоэтанола, а в 2012 г. – 60 тыс. т.

НАЛОГОВАЯ УКРАИНЫ ПРЕДЛОЖИЛА ГРАЖДАНАМ ПОЛУЧИТЬ СКИДКУ НА БИОТОПЛИВО

В течение всего 2013 г. граждане Украины могут подать налоговую декларацию для того, чтобы получить налоговую скидку за расходы, понесенные в прошлом году.

Как сообщили в пресс-службе Государственной налоговой службы в Крыму, налогоплательщики имеют право включить в налоговую скидку следующие расходы:

часть суммы процентов, уплаченных за пользование ипотечным жилищным кредитом;

пожертвования или благотворительные взносы неприбыльным организациям;

суммы денежных средств, уплаченных в пользу учебных заведений для компенсации стоимости получения среднепрофессионального или высшего образования;

страховые платежи (взносы, премии) по договорам долгосрочного страхования жизни и пенсионные взносы в рамках негосударственного пенсионного обеспечения;

суммы расходов на оплату вспомогательных репродуктивных технологий;

суммы расходов на оплату стоимости государственных услуг, связанных с усыновлением ребенка, включая уплату государственной пошлины **суммы денежных средств, уплаченных в связи с переоборудованием транспортного средства с использованием в виде топлива моторного смесевого, биоэтанола, биодизеля, сжатого или сжиженного газа, других видов биотоплива**;

суммы расходов на уплату расходов на строительство (приобретение) доступного жилья, определенного законом, в том числе на погашение льготного ипотечного жилищного кредита, предоставленного на такие цели, и процентов по ним компенсация стоимости платных услуг по лечению (норма вступает в силу 1 января года, следующего за годом, в котором вступит в силу закон об общеобязательном государственном социальном медицинском страховании).

В налоговой также напомнили о существующих ограничениях. Так, налоговой скидкой может воспользоваться исключительно резидент. Общая сумма налоговой скидки не может превышать суммы годового совокупного дохода, начисленного в виде заработной платы. В случае, если в 2013 г. не использовано право на начисление налоговой скидки по итогам 2012 г., такое право на последующие налоговые годы не переносится.

Правом на налоговую скидку не могут воспользоваться самозанятые лица – субъекты хозяйственной деятельности, а также военнослужащие, которые получают не заработную плату, а денежное содержание.

www.biotoplivo.ru

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:14

Composite Default screen

РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ

Инженеры компании Mitsubishi Motors оснастили концептуальный электрокар CA-MiEV, мировой дебют которого состоялся на автосалоне в Женеве, системой спутниковой сигнализации.

В случае кражи автомобиля система автоматически отправит оповещение об этом на электронную почту владельца, а также сообщит координаты местонахождения машины. Помимо этого, машина сможет самостоятельно предупредить своего хозяина о возникновении различного рода чрезвычайных происшествий. Каких именно – не уточняется.

При помощи смартфона или планшетного компьютера владелец электрокара сможет дистанционно привести в действие автономный отопитель или систему кондиционирования. Дополнительно гаджеты смогут получать данные о заряде аккумуляторов CA-MiEV.

Японцы оснастили концептуальный электрокар 108-сильным электромотором. Энергию он берет от литиевых батарей емкостью 28 кВт·ч. Запас хода CA-MiEV составляет 300 км. При этом модель оснащена системой магнитно-резонансной беспроводной зарядки. Динамические характеристики, а также время полной перезарядки аккумуляторов переднеприводного электромобиля не сообщаются.

Серийная модификация CA-MiEV может появиться в ближайшем будущем. Не исключено, что она станет заменой электрокару i-MiEV.

Помимо CA-MiEV японцы привезли в Женеву предвестника пикапа L200 нового поколения. Модель называется GR-HEV. Она оснащена гибридной силовой установкой, в состав которой входят дизельный мотор и пара электродвигателей.

www.motor

ОЧЕРЕДНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СУПЕРКАР ПОСТРОИЛИ НА НАРОДНЫЕ ДЕНЬГИ

Автомобиль Volar-E может стать самым мощным электромобилем в мире. А еще он способен подзарядить свои батареи меньше чем за полчаса. Но еще интереснее то, откуда испанская инжиниринговая компания Applus+Idiada получила средства на создание этой любопытной машины.

Четыре электрических мотора общей мощностью 1000 л.с., разгон до сотни за 3,4 с, максимальная скорость в 300 км/ч – характеристики автомобиля Volar-E, который показали на Женевском автосалоне, впечатляют. Как и детали его устройства: карбоновые кузовные панели (в основе конструкции – рама из хромомолибденовой стали), карбон-керамические тормоза, активная подвеска и улучшающая управляемость система перераспределения крутящего момента. Но все это – мелочи на фоне того, как быстро Volar-E подзаряжает свои батареи. Этот процесс занимает всего 15–20 мин – вместо нескольких часов у большинства современных электромобилей.

Суперкар построила испанская компания Applus+Idiada, предоставляющая автомобильным компаниям услуги по разработке отдельных систем, испытаниям и сертификации готовых автомобилей или отдельных элементов. Впрочем, испанцы работали главным образом над "начинкой" машины, ведь ее "оболочка" – это переименованный Concept One, который в прошлом году после трех лет работы представила хорватская компания Rimac. Тогда предполагалось, что суперкар пойдет в мелкосерийное производство и будет продаваться по 750 тыс. евро за штуку, но пока о появлении товарных машин ничего слышно не было.

Впрочем, наибольший интерес представляет источник финансирования проекта Volar-E. Работы по созданию суперкара оплатил Евросоюз с целью сделать машину "эффективным инструментом по пропаганде электромобилей и внедрения их в повседневную жизнь". К сожалению, в посвященных новинке материалах не конкретизировано, как именно Volar-E будет выполнять поставленную перед ним задачу и "отобьются" ли когда-нибудь вложенные в проект народные европейские деньги.

Автор tester6

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:23

Composite Default screen

LAND ROVER СОЗДАЛ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ DEFENDER С ЗАПАСОМ ХОДА БОЛЕЕ 80 КМ

Внедорожник с электромотором способен ехать без подзарядки более 80 км, при этом сохраняя свой внедорожный потенциал.

Компания Land Rover подготовила к Женевскому автосалону необычную премьеру — электрическую версию Defender.

Новый вариант классического внедорожника оснащен 70-киловаттным (94 л.с.) электромотором с крутящим моментом 330 Нм. Питание обеспечивает 300-вольтная литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 27 кВт·ч и весом 410 кг, установленная в передней части вместо дизельного двигателя. Снаряженная масса автомобиля стала на 100 кг больше по сравнению с базовой версией Defender 110 и варьируется от 2055 до 2162 кг в зависимости от типа кузова (пикап, жесткий верх или универсал). Все основные элементы электрического силового привода, включая аккумулятор, инвертор и мотор, имеют воздушное охлаждение.

Запас хода внедорожника составляет более 80 км. При обычной медленной езде по бездорожью заряд держится до восьми часов. Аккумулятор можно полностью зарядить с помощью устройства экспресс-зарядки мощностью 7 кВт за четыре часа либо за 10 ч с помощью зарядного устройства мощностью 3 кВт. Система рекуперативного торможения настроена так, что позволяет мотору вырабатывать 30 кВт электричества при движении автомобиля под уклон.

Поскольку электромотор обеспечивает максимальный крутящий момент с начальных оборотов, коробка передач заменена одноступенчатым редуктором с передаточным числом 2,7, который объединяется с существующей системой полного привода Defender, в которой сохранилась блокировка дифференциала. В автомобиле также используется модифицированная версия системы адаптации к дорожным условиям Terrain Response.

Автоновости.ру

ГИБРИДНЫЙ АВТОМОБИЛЬ РАСПЕЧАТАЛИ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

Фото с сайта urbee.net

Инженер Джим Кор распечатал на 3D-принтере трехколесный автомобиль под названием Urbee 2, сообщает журнал Wired.

Гибридное трехколесное авто весит 544 кг и имеет трубчатый металлический каркас, обшитый 50 элементами, выполненными из пластика.

Двигатель внутреннего сгорания автомобиля работает на бензине и этаноле. Также здесь есть аккумуляторная батарея, которую, по данным проекта, можно зарядить за одну ночь, а использовать для этого можно, например, накопленную энергию солнечных батарей.

По данным источника, Джим Кор сам намерен проехать порядка 4600 км (от Сан-Франциско до Нью-Йорка) на автомобиле и затратить на это менее 40 л топлива, однако при этом не уточняется, будет ли авто подзаряжаться по дороге.

В будущем разработчик намерен доказать характеристики своего детища на гонках Ле-Ман.

Ожидается, что в скором времени будет запущено серийное производство Urbee. Что касается цены, то прототип стоит около 50 000 долларов, а стоимость серийного авто пока не называется.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:29

Composite Default screen

"УМНЫЕ" АВТОМОБИЛИ GOOGLE ПОЯВЯТСЯ В ПРОДАЖЕ ЧЕРЕЗ 3 ГОДА

Через 3–5 лет в продажу могут поступить "умные" автомобили от компании Google. С таким заявлением выступил глава проекта Энтони Левандовски на конференции Society for Automotive Engineers в Вашингтоне.

Фото с сайта extremetech.com

Как сообщает ExtremeTech, такой прогноз является крайне оптимистичным, и в действительности появления "гугломобилей" следует ждать не ранее 2020 г.

Связано это с тем, что в настоящее время только некоторые штаты США и на некоторых участках разрешают корпорации использовать данные автотранспортные средства. Поэтому в будущем Google может столкнуться с проблемой при получении разрешения со стороны властей.

Помимо этого, трудности могут возникнуть с производителями (например, Audi, Toyota или Ford), которым на создание полностью новой модели требуется в среднем от трех до семи лет, а также с тем, что Министерству транспорта США необходимо будет убедиться в безопасности "умных" автомобилей, что тоже потребует дополнительного времени.

Фото с сайта extremetech.com

Отметим, что по оценкам специалистов, в настоящее время используемое в "гугломобилях" оборудование (различные сенсоры, датчики и видеокамеры) стоят больше, чем машина.

Напомним, в самоуправляемых автомобилях используется технология искусственного интеллекта, а также данные от Google Street View и ряда датчиков. Для проведения тестов выбраны Toyota Prius и Audi TT. Эти автомобили уже проехали более 1600 км без участия человека и свыше 250 тыс. км с так называемым ограниченным вмешательством.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:35

Composite Default screen

МЕЧТА О СЕРИЙНОМ ВЫПУСКЕ ЛЕТАЮЩИХ АВТОМОБИЛЕЙ СТАЛА РЕАЛЬНОСТЬЮ

Фото с сайта moller.com

Пол Моллер нашел партнера, который готов инвестировать 80 млн долларов и поможет осуществить мечту энтузиаста – начать выпуск летающих автомобилей Skycar.

Фото с сайта shanleyintl.com

Напомним, что Моллер работал над своим проектом около 50 лет, а в 2009 г. ему был предъявлен иск за мошенничество, и его компания Moller International обанкротилась, после чего в идею о серийном выпуске SkyCar уже мало кто верил.

Однако впоследствии Моллер объединился с компанией Athena Technologies, и началась подготовка к серийному производству летающих автомобилей. Ожидается, что для начала производства машин с вертикальным взлетом/посадкой совместное предприятие потратит в общей сложности 480 млн долларов, а само производство может начаться уже в следующем 2014 г.

Кроме того, отметим, что к данному проекту довольно большой интерес проявляет Китай, предлагающий разместить завод по производству летающих автомобилей на своей территории.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:45

Composite Default screen

СОЛНЕЧНЫЕ АВТОМОБИЛИ В ГОНКЕ ПО САМОЙ ЗАСУШЛИВОЙ ПУСТЫНЕ В МИРЕ

Александр Федоров

Автомобиль аргентинской команды "Пампа Солнечный"
Фото с сайта lapatilla.com

Недавно чилийская команда Unab участвовала во втором этапе гонки "Атакама", проходящей недалеко от Сан-Педро-де-Атакама (около 1500 км к северу от Сантьяго). Пятнадцать автомобилей на солнечных панелях, некоторые из которых похожи на маленькие космические корабли, мчались по пустыне Атакама в Чили в рамках конкурса на создание недорогих экологически чистых автомобилей.

В гонке принимали участие команды из университетов, которые должны были построить автомобили при ограниченном бюджете.

Пятнадцать транспортных средств на солнечных батареях, многие из которых похожи на небольшие космические суда, пронеслись по пустыне Атакама в Чили в качестве участников соревнования по разработке и созданию дешевых и безвредных для окружающей среды автомобилей.

Команды из Аргентины, Чили, Индии и Венесуэлы разработали аэродинамические автомобили, способные развивать скорость до 120 км/ч. Гонка проходила на протяжении 1300 км (800 миль) в самой сухой пустыне в мире.

В гонке, которая длилась пять дней, принимали участие команды из университетов, которые должны были построить автомобили при ограниченном бюджете. Некоторые транспортные средства приводятся в действие исключительно энергией солнца, в то время как другие являются гибридами с педальным приводом.

Транспортные средства на солнечной энергии – это главным образом плоские прямоугольные изобретения странно-футуристичного вида, оборудованные солнечными батареями для поглощения солнечной энергии и кабиной водителя. Гибриды похожи на карты с пристроенными солнечными батареями.

Гонка проходила в Хамберстоне, приблизительно в 800 км (500 миль) к северу от столицы Чили Сантьяго. Это место, объект Всемирного наследия ЮНЕСКО, является заброшенным городом, который был оставлен жителями, так как здешняя промышленность, связанная с добычей и обработкой селитры, была остановлена в середине XX в. В этом году команда из богатой нефтью Венесуэлы дебютировала на соревновании, которое посвящено поиску альтернатив ископаемому топливу.

"В стране с моноэкономикой, основанной на нефти, с бесконечным потенциалом гидравлической энергии и без проблем с энергетикой, способность создавать такие автомобили – это чудо, – говорит капитан венесуэльской команды Карлос Мата. – Законы об импорте в Венесуэле не позволяют нам получить все необходимые материалы; таким образом, мы должны были пользоваться только тем, что мы имели. Это была очень сложная работа".

Но его команда упорствовала в том, чтобы участвовать в событии, которое, по словам организаторов, направлено на исследование альтернативных источников энергии.

Солнечные транспортные средства использовали во время гонки северное чилийское шоссе, по которому каждый день перемещаются тысячи грузовиков, автобусов и легковых автомобилей, но пройдет немало лет, прежде чем машины, работающие на энергии Солнца, смогут заменить весь этот привычный транспорт, говорит капитан команды Antakar от Университета Серены (Чили) Леонардо Сагвас.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:30:47

Composite Default screen

Все же Сагвас, команда которого является обладательницей прошлогоднего автомобиля-победителя, сказал, что он предвидит день, когда Чили начнет массовое производство "солнечных автомобилей". "У нас есть много ресурсов, мы просто должны научиться их правильно использовать", – говорит он.

Габриэль Мартинес, гордый капитан команды из Университета Консепсьон, потратил год на совершенствование своего транспортного средства. "Оно оборудовано 244 солнечными панелями, которые захватывают солнечную энергию и преобразуют ее в электричество, которое накапливается в аккумуляторах", – хвастается он и добавляет, что его транспортное средство весит 300 кг и его максимальная мощность составляет 950 Вт. "Эта гонка сама по себе потрясающая. В ней представлены все образцы техники и технологий, известные в автоспорте. И я люблю этот спорт", – добавил он.

Профессор Католического университета Чили Лучано Чан руководит командой Mecatronica, представляющей один из пяти ведущих чилийских университетов.

"На рынке солнечных панелей 90 % продукции принадлежит Китаю, с которым никто не может конкурировать по цене, – говорит Чан. – Тем не менее, Чили является страной с наибольшим потенциалом солнечной энергии в мире. Тот же парадокс и с аккумуляторами. Мы покупаем их в Китае, но они сделаны из лития, который, скорее всего, экспортируется из Чили, так как мы являемся ведущим в мире экспортером этого металла".

А в солнечной Австралии уже который год подряд проходят гонки на автомобилях с солнечными батареями. Машины, подобные этой, соревнуются в гонке по пустыне через всю Австралию и иногда им удается развить скорость свыше 100 км/ч.

Фото с сайта lapatilla.com

Прошлое намерены реанимировать в будущее

Нижнее фото – гиробус, который когда-то ездил по улицам Бельгии. Идея подобных ему машин в том, чтобы использовать запасенную кинетическую энергию заранее раскрученного маховика. Хотя гиробусы в Бельгии и были выведены из эксплуатации, разработки в этом направлении продолжаются. Особым образом сконструированный маховик сегодня позволяет запасать достаточно энергии, сохраняя ее при этом почти без потерь на месяцы и даже на годы!

sQuba – подводный автомобиль-амфибия

Швейцарская компания Rinspeed, которая уже получила известность, создав самый быстрый автомобиль-амфибию "Splash", завершила еще более необычную разработку. Новый автомобиль-амфибия, помимо того, что способен передвигаться по земле и по воде, может плавать и под водой. Новый автомобиль получил название **"sQuba"**.

По словам Франка Риндеркнехта, директора компании Rinspeed, на мысль о создании автомобиля его навел фильм о Джеймсе Бонде, машина которого, по сценарию фильма, погружалась и плавала под водой. Правда, погружаться автомобиль может не очень глубоко, на глубину до 10 м.

gaz5.13(1-56).ps
agzl5.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:31:05

Composite Default screen

Чтобы автомобиль мог плавать под водой, он оснащен не ДВС, а электрическими двигателями, работающими от литий-ионных батарей. Передвижение под водой обеспечивают специальные винты, в подводном состоянии автомобиль развивает скорость около 3 км/ч. Для сравнения, по поверхности воды автомобиль передвигается со скоростью 5 км/ч, а по суше – 124 км/ч.

У автомобиля нет герметичного салона, поэтому, погружаясь в автомобиле под воду, пассажиры должны надевать акваланги.

На создание прототипа было потрачено около 1,5 млн долл., однако, по заверению директора, если автомобиль пойдет в серию, его цена будет меньше, чем у Ролс-Ройса.

Правда, по его же мнению, вряд ли автомобиль может быть востребован массовыми покупателями, скорее всего, его роль – быть игрушкой для богачей.

В ЯПОНИИ РАЗРАБОТАЛИ "ПРОЗРАЧНЫЙ" АВТОМОБИЛЬ

Скриншот из видеоролика youtube.com

Японские ученые продемонстрировали свою новую разработку, которая призвана облегчить водителям движение задним ходом: это технология оптического камуфляжа, которая позволяет сделать "прозрачной" заднюю часть автомобиля.

Принцип работы здесь следующий: на крыше багажника крепится пара камер, снимающих происходящее позади автотранспортного средства, а установленный в машине компьютер обрабатывает полученные изображения и проецирует его на полупрозрачные экраны, установленные на спинки передних сидений. В свою очередь, эти экраны отражают данную проекцию непосредственно на задние сидения, сохраняя при этом пропорции, а также размер предметов.

В итоге получается, что, обернувшись назад, автовладелец как бы видит "сквозь" задние сидения и кузов абсолютно все, что происходит сзади автомобиля. Также разработчики отмечают, что, в отличие, например, от обычных мониторов, данная система предоставляет и ощущение глубины: предметы показываются там, где они находятся на самом деле.

В рамках эксперимента ученые представили подобный автомобиль, в котором установлено заднее сиденье с покрытием из специального материала, имеющего свойства рекурсивного отражателя: он отражает свет обратно в направлении падения.

Отметим, что в будущем разработчики намерены сделать "прозрачными" и другие элементы салона автомобиля.

gaz5.13(1-56).ps
agz15.13(1-56)
29 ° 2013 ". 13:31:16