Color profile: Disabled
Composite Default screen

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

№ 10 (79) 2013 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива им. А.Н. Баширова . . . 3

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

Ароматизация пропан-бутановой фракции на промотированных пентасилах . . . 11

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

Каталитическая активность медьсодержащих катализаторов в очистке водометанольной фракции от метанола . . . 18

Камалтдинов В.Г., Марков В.А.

Влияние содержания инертных компонентов в рабочей смеси на процесс сгорания в двигателях с воспламенением от сжатия . . . 24

Безродный А.А.

Рациональное построение и автоматизированное управление сетями многотопливных автозаправочных станций . . . 32

"Газпром" готов проектировать дополнительные газовые заправки для сельского хозяйства . . . 41

АЗС "Газпромнефть" начнут реализовывать газомоторное топливо . . . 42

"Газпром" и Владимирская область подписали соглашение о расширении использования газомоторного топлива . . . 43

На газовое топливо в Чувашии переведено 30 % общественного транспорта . . . 43

Ожегов Д.Л.

"Иннопром" определяет будущее промышленности . . . 44

В Оренбуржье планируется переводить автомобильную технику на компримированный газ . . . 45

В Азербайджане появится рынок газомоторного топлива . . . 46

Совкомфлот заключил 10-летнее соглашение на сумму $75 миллионов для финансирования строительства танкеров-газовозов СУГ . . . 46

"Ямал СПГ" введет объекты подготовительного периода в порту Сабетта в июне 2014 г. . . . 47

Главным "недостатком" газомоторного топлива является то, что его нельзя украсть . . . 48

В России разработали гибридный супер-БТР . . . 52

Европейский рынок биоэнергетики развивается благодаря госинициативам в области ВИЭ . . . 53

IBM разработала новую систему прогнозирования ветровой и солнечной энергии . . . 54

Корпорация "ГазЭнергоСтрой" планирует производить в Латвии биотопливо из масличных культур . . . 55

В 2014 г. в Ростовской области стартует проект по строительству солнечных электростанций . . . 56

Суммарная выработка электроэнергии первых солнечных станций Якутии составила почти 54 тыс. кВт·ч . . . 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 30.09.2013 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

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:33

Color profile: Disabled
Composite Default screen

АГЗК + АТ

«AutoGas Filling Complex + Alternative fuel»

AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

№ 10 (79) 2013 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

Chair of technology of petrochemical synthesis and artificial liquid fuel of. A.H. Bashirov . . . 3

Artamonov E.A., Zavyalov V.I., Malova O.V., Shchankin V.G., Panin A.A.

Aromatization of propan-butanovoy of fraction on the promotirovannykh the pentasilakh . . . 11

Shchankina V.G., Malova O.V., Menshikov V.V.

Catalytic activity of cupriferous catalysts in cleaning of fraction by vodometanolna of methanol . . . 18

Kamaltdinov V.G., Markova V.A.

Influence of the maintenance of inert components in the working mix on combustion process in engines with ignition from compression . . . 24

Bezrodniy A.A.

Rational construction and automated management by networks of multifuel gas stations . . . 32

"Gazprom" is ready to design additional gas gas stations for agriculture . . . 41

Gazpromneft gas Station will start realizing gas motor fuel . . . 42

"Gazprom" and the Vladimir region signed the agreement on expansion of use of gas motor fuel . . . 43

30 % of public transport are transferred to gas fuel in Chuvashia . . . 43

Ojegov D.L.

"Innoprom" defines the industry future . . . 44

To Orenburzhye it is planned to transfer automobile equipment to compressed gas . . . 45

In Azerbaijan there will be a market of gas motor fuel . . . 46

Sovcomflot concluded the 10-year agreement for the sum of $75 million for financing of construction of SUG gas tankers . . . 46

"Yamal LNG" Sabetta in June will enter objects of the preparatory period in port 2014. . . . 47

Main "lack" of gas motor fuel is that it can't be stolen . . . 48

In Russia developed hybrid super-BTR . . . 52

The European market of bio-energetics develops thanks to state initiatives in areas VIE . . . 53

IBM has developed a new system for prediction of wind and solar energy . . . 54

The Gazenergostroy corporation plans to make in Latvia biofuel from oil-bearing crops Shelter . . . 55

In 2014 in the Rostov region starts the project on construction of solar power stations . . . 56

Total development of the electric power of the first solar stations of Yakutia made nearly 54 thousand kWh . . . 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

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:37

Color profile: Disabled
Composite Default screen

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ИСКУССТВЕННОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИМ. А.Н. БАШИРОВА

Уже 70 лет в стенах Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова осуществляет подготовку специалистов кафедра "Технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива им. А.Н. Башкирова" (ТНХС и ИЖТ).

Создание кафедры было обусловлено совокупностью объективных причин. К концу 30-х гг. положение в топливно-энергетическом комплексе СССР характеризовалось наличием больших разведанных запасов углей и других твердых горючих ископаемых практически на всей территории страны. В то же время разведанные запасы нефти были весьма ограничены и находились в нескольких регионах: на Кавказе (г. Грозный), Прикаспии (г. Баку), о. Сахалине и г. Ухте. Природный газ в промышленных целях тогда еще практически не использовался.

Необходимость создания в СССР новой отрасли промышленности, связанной с производством ИЖТ на основе процессов полукоксования и газификации твердых горючих ископаемых, становилась весьма актуальной. К началу Великой Отечественной войны в нашей стране существовала научная и производственная база, на которой можно было развивать производство ИЖТ. Прежде всего, следует упомянуть работы В.Н. Ипатьева, заложившие научные основы по гидрогенизации органических соединений (1906 г.). Развитие этих исследований (гидрогенизация индивидуальных органических соединений) широко проводилось в 20-х гг. в лаборатории высоких давлений АН СССР и ГИВДе (г. Ленинград). В 1935 г. в г. Кемерово был пущен первый в стране завод полукоксования, а несколькими годами позже (1939 г.) там же был введен в эксплуатацию опытно-промышленный завод по гидрогенизации углей. В 1937 г. появились две крупные полупромышленные установки по синтезу углеводородов из CO и H_2 при атмосферном давлении на Co- и Ni- катализаторах (г. Ленинград, г. Черноречье).

Великая Отечественная война затормозила работы в этом направлении. Тем не менее в 1943 г. решением правительства СССР было учреждено Главное управление промышленности ИЖТ и газа при СНК СССР.

МИТХТ им. М.В. Ломоносова всегда характеризовался постоянным стремлением к совершенству в подготовке высококвалифицированных специалистов для различных отраслей науки и производства, Поэтому не случайным явилось то, что по поручению ученого совета института ряд выдающихся ученых, сотрудников МИТХТ, среди которых академик Г.Г. Уразов, чл.-корр. АН СССР С.С. Медведев, чл.-корр. Я.К. Сыркин, профессор М.Я. Каган, профессор М.И. Прозин, профессор Н.Н. Некрасов, до-

Башкиров Андрей Николаевич (1903–1982 гг.) – основатель и первый заведующий кафедрой Технологии искусственного жидкого топлива и газа (1943–1976 гг.) (с 1957 г. кафедра технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива), профессор, член-корреспондент АН СССР (1958 г.), С 1947 по 1951 г. – декан факультета Основного органического синтеза.

Окончил Московский химико-технологический институт (1929 г.). Работал там же, с 1932 г. – в Сибирском филиале Всесоюзного института искусственного жидкого топлива, с 1946 г. – в Институте нефти (с 1958 г. – Институт нефтехимического синтеза АН СССР) и одновременно с 1943 г. – в Московском институте тонкой химической технологии. Основные работы относятся к химии и технологии топлива и нефтехимическому синтезу. Один из пионеров получения в СССР искусственного жидкого топлива из оксида углерода и водорода. Разработал синтезы на основе оксидов углерода и водорода (с применением железных катализаторов) углеводородов, высших первичных спиртов, этилового спирта, алкиламинов и др. Открыл способ управления реакцией окисления углеводородов, осуществил синтез высших вторичных алифатических спиртов и разработал технологию этого производства, на основе которой в СССР в 1959 г. впервые в мире было организовано промышленное производство.

Его научные труды отражены во многих монографиях и справочниках, а ряд результатов до настоящего времени используется в промышленности нашей страны и за рубежом, утверждая престиж и авторитет российской химической науки. Термин "процесс окисления по Башкирову" прочно вошел в мировую химическую литературу. Выдающиеся заслуги в научной и педагогической деятельности были отмечены орденами Ленина, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, "Знак почета" и многими медалями.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:39

Color profile: Disabled
Composite Default screen

цент Г.Д. Вовченко, доцент Н.С. Печуро, обратились к председателю Всесоюзного комитета по делам высшей школы (ВКВШ) при СНК СССР С. В. Кафтанову с докладной запиской об организации в МИТХТ подготовки специалистов по искусственному жидкому топливу и газу.

В 1943 г. ВКВШ издает приказ (№ 289 от 30 октября) об организации в МИТХТ первой в СССР кафедры искусственного жидкого топлива и химической переработки газов в составе двух штатных единиц. Возглавил кафедру профессор Андрей Николаевич Башкиров (зав. кафедрой с 1943 по 1976 г.). В институте для кафедры было выделено лабораторное помещение на 8 рабочих мест. Началось чтение лекционных курсов ("Химия топлива" – профессор А.Н. Башкиров и "Технология сырья" – доцент Н.С. Печуро). В 1944 г. на кафедру приглашены профессор И.Б. Рапопорт, который начал читать курс "Технология ИЖТ", и доцент А.С. Некрасов для чтения лекций по химии моторных топлив. В июле 1945 г. состоялся первый выпуск инженеров в количестве 9 человек.

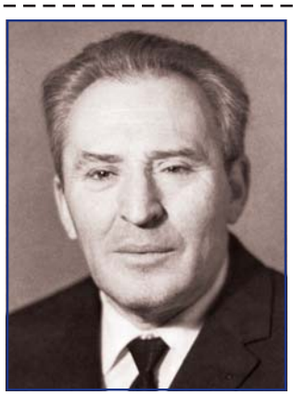
Начиная с 1950-х гг. в СССР создаются необходимые условия для интенсивного развития нефтедобывающего и нефтехимического комплексов. По существу, к этому времени уже сложилась самостоятельная область научных знаний – нефтехимия, что потребовало подготовки соответствующих кадров. Следует отметить, что инженеров-химиков-технологов, специалистов не по топливному использованию нефтепродуктов, а по углубленной переработке нефти, направленной на получение соединений для различного дальнейшего использования, в том числе и синтетических целей, ***в то время не готовил ни один вуз страны.***

Осознавая важность задачи подготовки специалистов, в мае 1955 г. А.Н. Башкиров и Н.С. Печуро по поручению МИТХТ подготовили письмо на имя первого заместителя Председателя Совета Министров СССР В.М. Молотова об организации подготовки инженеров по нефтехимическому синтезу. В соответствии с распоряжением СМ СССР в 1956 г. Минвуз СССР постановил организовать подготовку инженеров-технологов по нефтехимическому синтезу, а в 1957 г. кафедра ИЖТ была переименована в кафедру ТНХС и ИЖТ.

Подготовка специалистов по искусственному жидкому топливу и нефтехимическому синтезу тесно связана с деятельностью научных школ кафедры, которые создавались крупными учеными-исследователями, технологами чл.-корр. АН СССР А.Н. Башкировым и Заслуженным деятелем науки и техники РСФСР Н.С. Печуро.

Исследования школы А.Н. Башкирова широко известны мировому научному сообществу. Их результаты были положены в основу создания в СССР производства синтетических моющих средств. На кафедре ТНХС и ИЖТ А.Н. Башкировым были поставлены систематические исследования по окислительным превращениям углеводородов, синтезам на основе молекул C_1 (синтез-газ, монооксид углерода, метанол), изучению топохимических реакций. Научные основы окислительного направления положили начало для проведения исследований по получению ценных функциональных производных углеводородов – спиртов, поверхностно-активных веществ и синтетических моющих средств, пластификаторов и др. Исследования синтеза Фишера–Тропша позволили разработать железоплавленные катализаторы для селективного получения алифатических спиртов (совместно с профессором И.Б. Рапопортом), получить новые данные об эволюции катализатора, протекающей во время синтеза. В изучение окислительных превращений органических веществ существенный вклад внесли аспиранты кафедры, ставшие в последующем ее ведущими сотрудниками – кандидаты химических наук Л.А. Морозов, А.К. Бухаркин, В.Д. Капкин, Р.В. Козленкова, А.Н. Богачева.

Другое важное направление научных исследований на кафедре – термическая и термокаталитическая переработка углеводородного сырья. Его руководителем с 1943 по 1990 г. был доктор технических наук, профессор Натан Саулович Печуро (зав. кафедрой с 1976 по 1987 г.). В рамках этого направления коллектив научных сотрудников, преподавателей и студентов кафедры проводил широкий круг исследований в области пиролиза различных органических продуктов, в том числе отходов химических и нефтехимических производств. Это прежде всего пиролиз в трубчатом реакторе (доцент, кандидат технических



Печуро Натан Саулович (1910–1990 гг.) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1976 по 1987 г., крупный ученый в области пиролиза органических продуктов, в том числе в расплавленных металлах и солях, а также электрокрекинга углеводородов, азот-, кислород-, хлор- и кремнийсодержащих соединений. Автор научно обоснованных особенностей механизма химических реакций, протекающих в органических средах под воздействием электрических разрядов.

Научное направление электрокрекинга реализовано в опытно-промышленном масштабе по переработке отходов химических производств, для решения экологических проблем. Инициатор разработки гомогенного пиролиза органических соединений в токе дымовых газов и перегретого пара и создания аппаратов погружного горения, а также каталитического пиролиза углеводородного сырья для расширения сырьевой базы производства низших олефинов.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:41

Color profile: Disabled
Composite Default screen

наук А.Н. Меркурьев, профессор, доктор технических наук А.К. Бухаркин), пиролиз в расплавленных металлах и солях (ст. научный сотрудник, кандидат технических наук В.Н. Конев, доцент, кандидат технических наук В.Н. Конохов), электрокрекинг углеводородов, азот-, кислород-, хлор- и кремнийсодержащих соединений (профессор, доктор технических наук О.Ю. Песин – зав. кафедрой с 1987 по 1997 г., доцент, кандидат технических наук А.П. Петрусенко, ст. научный сотрудник, кандидат технических наук Р.И. Эстрин).

Следует отметить, что для коллектива кафедры всегда был характерен поиск новых нетрадиционных решений, как при выполнении научных исследований, так и при их организации. С ранних лет существования кафедры активно реализовывался на практике принцип взаимодействия вузовской и академической науки. Тесные контакты с Институтом нефтехимического синтеза АН СССР способствовали организации подготовки специалистов и проведению исследовательских работ по окислительному направлению. Сотрудничество с другой академической организацией – Центральной научно-исследовательской лабораторией электрической обработки материалов (ЦНИЛэлектром) – стимулировало работы по развитию процесса электрокрекинга органических продуктов.

Систематические исследования в этом направлении стали развиваться в начале 1960-х гг. под научным руководством профессора Н.С. Печуро в МИТХТ им. М.В. Ломоносова и химическом отделе ЦНИЛэлектрома, возглавляемом выпускником кафедры кандидатом технических наук А.Н. Меркурьевым. Были выявлены принципиальные особенности механизма химических реакций, протекающих в органических средах под воздействием электрических разрядов. Итогом исследований явилось сооружение (в 1967 г.) и эксплуатация в течение 10 лет на Ереванском химкомбинате опытной установки по переработке органических продуктов, включая отходы химических производств, в электрических разрядах. Установка электрокрекинга длительное время была экспериментальной базой, на которой студенты кафедры приобретали навыки технологов. Исследованиям в области электрокрекинга были посвящены несколько десятков дипломных работ и диссертаций аспирантов. Важный вклад в это направление внесли работы сотрудников и аспирантов кафедры А.Н. Меркурьева, О.Ю. Песина, Р.И. Эстрина, А.Л. Лапидуса, А.Т. Солдатенкова, Ц.А. Хачатряна, Г.П. Газаряна.

В конце 1960-х гг. на кафедре под руководством доц. кандидата технических наук А.Н. Меркурьева были проведены исследования по созданию универсальных схем термической переработки нетрадиционного сырья – жидких органических отходов ряда нефтехимических производств сложного состава, позволявших в зависимости от способа подвода в зону реакции тепловой энергии и достигаемого при этом уровня температур получать различные целевые продукты. Для реализации этих процессов, наряду с электрокрекингом, применялся гомогенный пиролиз в токе дымовых газов и перегретого водяного пара. Были предложены новые пиролизные реакторы трубчатого типа со шнековыми и скребковыми устройствами, интенсифицирующими теплообмен, аппараты погружного горения. В последующем эти работы положили начало широким исследованиям, связанным с разработкой и созданием малоотходных производств, квалифицированной утилизацией промышленных жидких и твердых органических отходов. Развитие данной тематики привело к появлению на кафедре новой группы исследователей, защитивших кандидатские диссертации по данной тематике (В.Н. Торховский, Л.В. Котов, Ю.Н. Былинкин, В.К. Французов). Результатом работ стала подготовка более 30 инженеров химиков-технологов, а также создание крупной опытно-промышленной установки на заводе синтетического каучука им. С.В. Лебедева (г. Ефремов).

Необходимость в глубокой химической переработке нефти привела к возникновению на кафедре ТНХС и ИЖТ в середине 1960-х годов нового направления исследований, связанного с использованием для термической переработки нефтепродуктов расплавленных сред в качестве теплоносителя. Интенсификация подвода тепла к перерабатываемому сырью при его непосредственном контакте с расплавленным теплоносителем позволила создать реакционные уст-

Песин Олег Юрьевич (1936–2009 гг.) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1987 по 1997 г., известный специалист в области разработки процессов на основе химических реакций, протекающих под воздействием электрических разрядов, автор разработок по пиролизу органических продуктов в среде расплавленных теплоносителей, получения дисперсных углеродных материалов. Под его руководством разработаны технологии ряда процессов переработки жидких отходов органических производств на базе электрокрекинга. Автор более 190 научных работ, в том числе 50 авторских свидетельств и 5 зарубежных патентов.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:43

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

ройства для пиролиза тяжелых, термически нестабильных органических продуктов, переработка которых в традиционных трубчатых печах была невозможна. В 1974 г. на ПО "Органический синтез" (г. Казань) была построена и находилась в опытной эксплуатации в течение ряда лет крупнейшая в СССР установка пиролиза в среде расплавленного теплоносителя производительностью до 400 кг/ч по сырью, а также установка аналогичного принципа действия на комбинате СДВ (г. Калуга). В исследованиях по данной тематике в течение 15 лет принимали участие около 80 студентов-дипломников, работой которых руководили сотрудники и аспиранты кафедры (О.Ю. Песин; М.К. Талибжанов, А.К. Журавлев, В.А. Филимонов, В.Д. Конев, В.Н. Конохов, И.В. Розанов, И.А. Дорофеев, В.Д. Краев, В.А. Коваленко).

В конце 1980-х гг. коллектив сотрудников под руководством профессора, доктора технических наук А.К. Бухаркина начал исследования каталитических свойств различных конструкционных материалов на основе металлов и сплавов в реакциях окислительного и термического пиролиза. Эти работы позволили создать фундаментальные основы химической регенерации тепла (ХРТ), диссипируемого двигателем, за счет пиролиза топлив. С помощью систем ХРТ удалось повысить на 20 – 25 % экономичность энергетических установок, создать экологически чистые двигатели. При этом стендовые испытания систем ХРТ показали возможность повышения октанового числа на 10–16 единиц. Кроме того, одними из важнейших результатов работ явились возможность проведения каталитического (на сплавах титана) пиролиза углеводородного сырья без добавки водяного пара в зону реакции, расширение сырьевой базы производства низших олефинов, а также возможность создания химической аппаратуры нового поколения, где определенные элементы конструкций будут выполнять роль катализаторов. По результатам исследований была защищена одна докторская (А.К. Бухаркин) и четыре кандидатских диссертаций (Н.В. Рябченко, О.И. Кириллова, М.И. Зенадзе, К.Б. Томенко).

Синтезы на основе одноуглеродных молекул – важное современное направление научных исследований и подготовки кадров на кафедре, развиваемое под руководством профессора, доктора технических наук Виктора Константиновича Французова (зав. кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1997 по 2003 г.), является, по существу, продолжением работ А.Н. Башкирова, выполненных в 1950–1970 гг.

Прежде всего, это изучение топохимической реакции диспропорционирования (ТХР) монооксида углерода. Явление образования углерода из СО-содержащих газов давно известно как нежелательный процесс различных каталитических реакций, в том числе и синтезов Фишера–Тропша. Н.С. Печуро увидел другую сторону этой проблемы и предложил поставить исследования по изучению ТХР диспропорционирования СО, направленные на получение углерода с заданными структурой и свойствами. Образующийся при контакте СО с каталитически активными поверхностями, углерод имеет волоконно-трубчатую структуру – волокнистый углерод (ВУ). Сочетание углеродной и металлической составляющих обеспечивает ему высокую адсорбционную поверхность, магнитные и электропроводящие свойства, которые могут меняться в очень широком диапазоне. Такой спектр свойств продукта позволяет прогнозировать возможность его применения при производстве эластичных тензо- и магнитодатчиков, электропроводящих и антистатических полимеров и эластомеров, коллоидно-графитовых препаратов и адсорбционных углеродных материалов.

В результате исследований были созданы научные основы синтеза ВУ с заранее заданными свойствами. Главные научные положения нашли свое подтверждение в разработанной технологии синтеза и были реализованы на опытно-промышленной установке (ВПО "Минеральные удобрения", г. Воскресенск), основным элементом которой является реактор оригинальной конструкции ссыпного типа. В отличие от зарубежных аналогов это реакционное устройство позволяет проводить в одном аппарате химическую реакцию, разделять твердую и газообразную фазы, отделять полученный продукт от не прореагировавшего катализатора. Кроме того, предложенная конструкция реактора позволяет варьировать свойства по-

Французов Виктор Константинович (1950–2003 гг.) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1997по 2003 г., известный специалист в области переработки одноуглеродных соединений (химия С1). Под его руководством разработаны теоретические основы синтеза волокнистого углерода с заданными свойствами, используемого в качестве сорбентов, каталитических систем, аккумуляторов водорода и реализованного в опытно-промышленном масштабе. Разработаны методы оценки морфологических характеристик высокодисперсных углеродных материалов. Создано технологическое направление переработки метанола в ценные продукты для нефтехимии и разработаны нетрадиционные методы увеличения глубины переработки нефти, включая озонолиз, фотолиз и радиолиз.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:45

Color profile: Disabled
Composite Default screen

лучаемого продукта соответственно направлениям его использования без существенных изменений основных технологических показателей процесса. Говоря о результатах работы, следует указать, что ее сотрудниками было получено свыше 10 авторских свидетельств и патентов на способы получения и использования волокнистого углерода и материалов, синтезированных на его основе.

Время подтвердило правильность выбранного направления исследований. Анализ отечественной и зарубежной научно-технической и патентной литературы свидетельствует о растущем интересе к волокнистому углероду как усиливающему, электропроводящему и антистатическому наполнителю композиционных материалов, компоненту, применяемому в композитах, предназначенных для защиты от электромагнитного излучения. Кроме того, ВУ рассматривается как носитель катализаторов, материал для выделения компонентов из газообразных и жидких смесей и аккумулятор водорода.

Ряд особенностей протекания ТХР диспропорционирования СО позволил наметить новые направления данных исследований. Среди них следует выделить три. Это разработка нового типа каталитических систем обезвреживания СО-содержащих газов; химическое микрокапсулирование железооксидных и металлических порошков поверхностным углеродом; направленный синтез высококристалличного ВУ с развитой адсорбционной поверхностью и заданной микроструктурой. Данные работы проводятся с участием сотрудников кафедры (профессора, доктора технических наук Б.В. Пешнева, доцента, кандидата технических наук А.П. Петрусенко, доцента кандидата технических наук А.И. Николаева), группы аспирантов и студентов.

Другим, весьма актуальным направлением исследований в области химии C_1 является переработка метанола в ценные продукты для химических синтезов – диметиловый эфир, метилформиат, синтез-газ заданного состава, высокой степени чистоты водород и монооксид углерода. Одним из результатов работ (доцент, кандидат технических наук Е.В. Егорова, доцент, кандидат технических наук С.Н. Антонюк) явилась разработка комплексной схемы переработки метанола, предусматривающей создание гибкого технологического модуля с использованием различных каталитических систем для синтеза продуктов заданного состава. В последнее время при разработке технологических схем нефтехимических процессов элементы математического моделирования осуществляются кандидатом химических наук В.А. Махлиным.

Весьма актуальной проблемой нефтехимии является разработка методов, позволяющих увеличить глубину переработки нефти и выход светлых фракций. Традиционные методы решения этой задачи в значительной мере себя исчерпали. На кафедре в течение последних лет профессором А.К. Бухаркиным с рядом сотрудников (профессор, доктор технических наук Н.М. Лихтерова, ст. научный сотрудник, кандидат технических наук В.Н. Торховский) проводятся фундаментальные исследования по созданию научных основ технологии эффективного процесса переработки высоковязкой нефти и тяжелых нефтяных остатков. Разрабатываемая технология предусматривает комбинированное воздействие на нефтяное сырье озоном, пучком активных электронов или жестким ультрафиолетом. Указанное воздействие приводит к значительным структурным изменениям на молекулярном и межмолекулярных уровнях и, как следствие этого, увеличению выхода светлых топливных и масляных фракций.

На протяжении многих лет на кафедре развивается направление, связанное с изучением адсорбционных свойств и пористой структуры порошковых (прежде всего углеродных) материалов. Разработанная идеология подхода к оценке физических и морфологических характеристик высокодисперсных углеродных порошков (саж) была первоначально направлена на исследование сажи электрокрекинга. В настоящее время универсальность метода комплексного анализа саж (метод "КОМПАС"), благодаря исследованиям, проводимым ст. научным сотрудником, кандидатом технических наук Р.И. Эстриным, получила подтверждение практически для всего спектра марок техуглерода отечественного и зарубежного производства. В отличие от традиционных способов определения адсорбционных свойств материалов метод "КОМПАС" позволяет не только получить целый набор данных для характеристики порошка, но и прогнозировать его поведение в тех или иных полимерных матрицах и других средах. На основании результатов проведенных исследований создана уникальная база данных по свойствам 250 образцов саж. Более 40 выпускников кафедры защитили дипломные работы по этой тематике.

В 1950-е гг. по предложению и под руководством профессора Н.С. Печуро на кафедре начались работы по разложению жидких углеводородов в электрической дуге с целью получения ацетилена. Ацетилен, получаемый таким методом, был дешевле ацетилена, производимого карбидным способом, а его концентрация в газе была в 3–4 раза выше, по сравнению с газом термоокислительного пиролиза метана. Образование ацетилена сопровождалось формированием на электродах углеродных отложений. Значительное количество углерода диспергировалось в жидкой фазе. Для изучения характеристик такого углерода, в рамках тематики сформировалась отдельная научная группа в составе Л.А. Ройтер и Р.И. Эстрина, создавшим метод комплексного анализа саж ("КОМПАС"), который позволял достаточно просто определить характеристики дисперсного углерода, не имеющего промышленных аналогов. Впоследствии этот метод был распространен и на другие дисперсные материалы.

В начале XXI исследования по разложению жидких углеводородов в электрической дуге, синтезу углеродных нановолокон и материалов на их основе, объединились в научной группе профессора доктора

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:46

Color profile: Disabled
Composite Default screen

технических наук Б.В. Пешнева. Исследования ориентированы на создание ресурсосберегающих технологий и предполагают разложение жидких органических отходов химических и нефтехимических производств в электрической дуге. Образующийся газ может быть направлен на синтез углеродных нановолокон или на синтез жидких углеводородов гидроолигомеризацией ацетилена. Коксованием суспензии сажей и жидкими продуктами электрокрекинга или пасты, образовавшейся при фильтрации суспензии, можно получать изотропные коксы. Доцентом кандидатом технических наук А.И. Николаевым показано, что комбинацией методов компаундирования пасты и углеродных нановолокон или сажи с последующим коксованием, пироуплотнением остатка газом электрокрекинга и активацией полученного углерод-углеродного материала возможно получать сорбенты с удельной адсорбционной поверхностью свыше 1000 $м^2$/г. Эти исследования проводятся в тесном взаимодействии с сотрудниками ОАО "НИИГрафит" под руководством доктора технических наук Н.Ю. Бейлиной.

Начало XXI века многие специалисты характеризуют как окончание эры дешевой нефти. Сокращение запасов нефти, пригодной для производства современных моторных топлив приводит к удорожанию нефтяных топлив и других продуктов ее переработки, используемых в нефтехимической промышленности. Поэтому в мировой практике одним из основных направлений развития топливно-энергетического комплекса становится уменьшение его зависимости от нефти путем сокращения объемов потребления нефтяных топлив за счет использования альтернативных возобновляемых источников сырья, таких как природный газ или уголь. Однако они, так же как и нефть, относятся к невозобновляемым источникам энергии, а их сжигание в энергетических установках приводит к увеличению содержания CO_2 в атмосфере, что создает еще немаловажную проблему, связанную с парниковым эффектом.

Наличие огромных запасов возобновляемого органического сырья в виде растительной биомассы создает предпосылки для создания технологий ее переработки в моторное топливо, альтернативное топливу нефтяного происхождения. Переработка биомассы в этиловый спирт и использование его в качестве топлива или высокооктановой добавки к традиционному бензину, а также сырья для органического синтеза является значительным шагом в направлении снижения неутилизируемой эмиссии CO_2 в атмосферу.

В настоящее время в мировой практике технический биоэтанол применяется как добавка к моторным топливам, являясь региональным или локальным видом топлива. Однако для климатических условий России и других "холодных" районов планеты такое его использование сильно ограничено. Поэтому стоит задача превращения биоэтанола в моторные топлива глобального характера – бензин и дизельное топливо.

В последние годы на кафедре под руководством заведующего кафедрой доктора химических наук, профессора Валентина Филипповича Третьякова (с 2003 г. по настоящее время) коллективом сотрудников (доцент, кандидат химических наук Н.А. Французова, ст. научный сотрудник, кандидат технических наук В.Н. Торховский, доцент, кандидат технических наук. С.Н. Антонюк) разработаны технологии, позволяющие получать широкий спектр углеводородов конверсией биоэтанола на цеолитных катализаторах. В зависимости от условий реакции, природы допирующих оксидов и металлов в цеолитных катализаторах равновесие данной реакции может быть смещено в сторону образования этилена, других олефинов, алканов и ароматических углеводородов – важных продуктов для нефтехимии, а также моторных топлив различного назначения, в том числе для реактивных двигателей. Так, впервые в России по Техническим требованиям ЦИАМ в МИТХТ им. М.В. Ломоносова в 2009 г. соз-

Третьяков Валентин Филиппович – академик РАИН, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, с 2003 г. заведующий кафедрой Нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова. Основное направление работы на кафедре сосредоточено на реализации учебной программы по химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов. Соавтор новой концепции в гетерогенном катализе – реакции адсорбционного замещения и образования двумерных поверхностных фаз на поверхности оксидных систем. Крупный специалист в области экологического катализа, нефтехимии, синтеза углеводородов и моторных топлив на основе биоэтанола. Автор ряда инновационных разработок, отмеченных золотыми медалями на международных выставках в Брюсселе, Китае, выставках "Архимед" и ВВЦ. Его научная деятельность отражена в двух монографиях и 450 публикациях и 12 патентах.

Область научных интересов: гетерогенный катализ, охрана окружающей среды, водородная энергетика, альтернативные источники энергии – биоэтанол и биоводород. Главный редактор научного журнала "АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо".

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

даны опытные образцы жидкого синтетического углеводородного топлива для авиационных газотурбинных двигателей из биосырья.

В рамках Государственного контракта в 2010 г. по постановлению Минобрнауки № 18 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства" на кафедре совместно с "Центром новых инновационных технологий ООО СУЭК" и кафедрой "Процессы и аппараты" МИТХТ был реализован проект по созданию высокотехнологичного производства бензина путем глубокой переработки бурых углей с выдачей технической документации на создание опытной установки производительностью 8 т/ч по углю. Эта новая разработка, включая технологию получения реактивного топлива конверсией биоэтанола, принята как приоритетное направление в энергосберегающей научной платформе РФ.

Разработан также инициированный процесс получения дивинила из этилового спирта по методу С.В. Лебедева. Для улучшения основных показателей процесса наряду с новым катализатором использовался инициатор. Дополнительными функциями инициатора являются модифицирование каталитической системы за счет гидроксилирования его поверхности и блокировки центров образования кокса, что позволяет осуществлять процесс непрерывно без регенерации в течение длительного времени эксплуатации катализатора и что является важным фактором, улучшающим технико-экономические показатели процесса.

Другим возможным направлением переработки биоэтанола является, разработанный процесс его паровой конверсии в чистый водород, который затем может быть использован в топливных элементах для получения экологически чистой электроэнергии для автомобилей нового поколения.

Преимущества разработанного на кафедре метода каталитической конверсии биоэтанола заключаются в возможности вовлечения отходов лесной, деревоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, полеводства и животноводства в процесс получения биоэтанола – альтернативного возобновляемого сырья. Использование биоэтанола в указанном направлении рассматривается как решение проблемы получения важных продуктов для нефтехимии – олефинов, ароматических углеводородов и моторных топлив из альтернативного нефти возобновляемого сырья, а также как один из методов снижения эмиссии техногенного углекислого газа.

Это направление исследований, отражающее новые подходы в области "зеленой химии" органично встраивается в учебные программы по подготовке студентов в качестве бакалавров, магистров и специалистов для создания технологий получения искусственного жидкого топлива и широкого спектра продуктов для нефтехимической промышленности. По данной тематике защищены 2 кандидатские диссертации и более 30 выпускников кафедры защитили дипломы бакалавров, магистров и специалистов. Двое магистров, участвующих в НИР по разработке метода получения реактивного топлива и метода получения водорода для топливных элементов каталитической конверсией биоэтанола, отмечены золотыми медалями на выставке научно-технического творчества молодежи (НТТМ). Эта работа также удостоена бронзовой медали на выставке ВЦ РФ и ряда дипломов.

Под руководством В.Ф. Третьякова проводятся также работы в области защиты окружающей среды. Разработаны новые процессы каталитической очистки промышленных газовых выбросов с использованием оксидных каталитических систем, не содержащих в своем составе благородных металлов, и новые экологически чистые процессы в рамках химии одноуглеродных молекул. На основе большого объема экспериментального и теоретического материала разработаны научные основы создания эффективных методов глубокого окисления CO и органических соединений, а также селективного восстановления NO_x углеводородами в рамках решения экологических проблем по очистке газовых выбросов промышленных производств и автотранспорта, а также разработан новый метод обезвреживания токсичных органических соединений, в том числе фтор- и хлорсодержащих, в режиме беспламенного сжигания топлива. Разработаны новые катализаторы и на их основе экологически совершенная технология неокислительного дегидрирования метанола в формальдегид (работа удостоена золотой медали на международном салоне "Эврика" в Брюсселе). Разработана технология конверсии метанола с целью получения водорода и последующей его каталитической очистки от монооксида углерода до сверхвысокой чистоты для топливных элементов и создания автомобиля нового поколения.

По современной многоуровневой системе подготовки специалистов кафедра готовит бакалавров, инженеров по соответствующим направлениям и магистров по магистерской программе "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов". Одним из главных направлений в учебном процессе при подготовке магистров является развитие у них углубленных знаний по переработке природного органического сырья, включающего нефть, природный и попутные газы, уголь и возобновляемого сырья, получаемого из биомассы, в моторные топлива и химические продукты.

В процессе обучения студенты изучают следующие дисциплины: "Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов", "Химия природных энергоносителей", "Технология переработки природных энергоносителей", "Химическая технология переработки твердых горючих ископаемых", "Химическая технология процессов на основе одноуглеродных соединений", "Химическая технология переработки нефти и природных газов", "Технология производства товарных нефтепродуктов", "Технология

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

производства катализаторов и сорбентов", "Математическое моделирование сложных химико-технологических систем", "Стандартизация и сертификация продукции переработки нефти и газа".

В процессе обучения студенты участвуют в научно-исследовательских работах, проводимых на кафедре сотрудниками и аспирантами, которые сосредоточены на передовых научных направлениях в области нефтепереработки и создании синтетических моторных топлив, в том числе из возобновляемого сырья на основе биомассы, получении наноуглеродных материалов из органических производных и соединений, а также нефтехимических продуктов из метанола и биоэтанола. Производственную практику студенты проходят в организациях академии наук России, таких как Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Институт Химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Некоторые студенты выполняют магистерские диссертации в этих научных центрах под руководством ведущих специалистов. Кроме того, производственную практику студенты проходят на крупных нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях компаний "Лукойл", "Сибур", "ТНК-ВР" и др. Студенты, успешно защитившие магистерские диссертации, имеют возможность продолжить свое обучение в аспирантуре.

Научно-исследовательская и учебная работа кафедры базируется также на сотрудничестве как с ведущими научными академическими и отраслевыми институтами, так и с рядом учебных вузов: Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова, Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева, Российским университетом дружбы народов, Саратовским государственным университетом им. Н.Г. Чернышевского, Томским государственным университетом, Федеральной политехнической школой Лозанны. На кафедре проходят обучение студенты из различных регионов России, ближнего Зарубежья, а также стран Азии, Африки и Вьетнама. Бывшие выпускники кафедры являются преподавателями различных вузов страны, ближнего и дальнего зарубежья, работают руководителями предприятий и кампаний.

Коллектив кафедры успешно продолжает подготовку специалистов по новому уровню в области нефтепереработки, нефтехимии, наноуглеродных материалов и искусственного жидкого топлива, что является не только естественным развитием учебного процесса, но и подтверждением преемственности традиций в МИТХТ им. М.В. Ломоносова.

Наиболее важные публикации сотрудников кафедры:

1. "Химические реакции органических продуктов в электрических разрядах". Под. ред. Н.С. Печуро. М.: Наука, 1966, 198 с.

2. **Печуро Н.С., Капкин В.Д., Песин О.Ю.** "Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа". Учебное пособие для вузов. М.: Химия,1986, 349 с.

3. **Капкин В.Д., Савинецкая Г.А., Чапурин В.И.** "Технология органического синтеза". Учебник для средних специальных учебных заведений. М.: Химия, 1987, 398 с.

4. **Печуро Н.С., Песин О.Ю., Конохов В.Н.** "Пиролиз углеводородного сырья в расплавленных средах". Итоги науки и техники. Серия "Технология органических производств", Т. 9. М.: ВИНИТИ, 1984. С. 3–59.

5. **Печуро Н.С., Песин О.Ю.** "Разложение жидких органических продуктов в электрических разрядах (электрокрекинг)". Итоги науки и техники. Серия "Технология органических производств", Т. 9. М.: ВИНИТИ, 1984. С. 60–102.

6. **Печуро Н.С., Торховский В.Н.** "Применение термических методов в системах переработки жидких органических отходов нефтехимических производств". Итоги науки и техники. Серия "Технология органических производств", Т. 9. М.: ВИНИТИ, 1984. С. 103–143.

7. **Печуро Н.С., Французов В.К.** "Получение волокнистого углерода из СО-содержащих газов". Тематический обзор ЦНИИТЭнефтехим, 1989, № 4. С. 1–76.

8. **Французов В.К., Пешнев Б.В.** "Синтез волокнистого углерода из монооксида углерода". Химия твердого топлива, 1997, № 3. С. 76–88.

9. **Французов В.К., Петрусенко А.П., Пешнев Б.В., Лапидус А.Л.** "Волокнистый углерод и области его технического применения". Химия твердого топлива, 2000. № 2. С. 61–75.

10. **Песин О.Ю., Эстрин Р.И.** "Метод комплексного анализа саж (КОМПАС) и перспективы его использования". Химия твердого топлива, 1997, № 3. С. 14–29.

11. **Бухаркин А.К.** "Пиролиз нефтепродуктов в контакте с металлами группы железа". Наука и технология углеводородов, 1999, № 4, С. 41–48.

12. **Третьяков В.Ф.** "Биоэтанол-стратегия развития топливного и нефтехимического комплекса". Химическая техника, 2008, № 1, январь, С. 8–17.

13. **Третьяков В.Ф., Макарфи Ю.И., Третьяков К.В., Французова Н.А., Талышинский Р.М.** "Каталитическая конверсия биоэтанола в углеводородные топлива" // "Катализ в промышленности." Биотопливо – энергоносители из возобновляемого сырья, 2010, № 5. С. 11–32.

14. **Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М.** "Кинетика и динамика гетерогенных каталитических нефтехимических процессов". Издательство МИТХТ. 2012, 289 с.

15. **Третьяков В.Ф.** "Биоэтанол в энергетике и органическом синтезе – стратегия развития" // Газохимия на современном этапе развития. Перспективные направления развития газохимии. Труды московского семинара по газохимии, 2010–2011 гг., Москва, 2012. С. 134–153.

16. **Третьяков В.Ф., Талышинский Р.М., Илолов А.М., Хаджиев С.Н.** "Термодинамический и кинетический анализ селективности реакции получения дивинила из этанола на наноструктурированных катализаторах" / Нанотехнологии, наука и производство, 2012, № 1 (16). С. 7–14.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:49

Color profile: Disabled
Composite Default screen

АРОМАТИЗАЦИЯ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ ФРАКЦИИ НА ПРОМОТИРОВАННЫХ ПЕНТАСИЛАХ

Артамонов Е.А., Завьялов В.И., ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва,
Малова О.В., Объединенный институт высоких температур, ОИВТ РАН, г. Москва,
Щанкина В.Г., ООО "НИАП-Катализатор", г. Новомосковск,
Панин А.А., ООО ПНТЦ "ЭОН", г. Москва

Статья посвящена ароматизации пропан-бутановой фракции на промотированных пентасилах. В работе изучается влияние модифицирования пентасила ZSM-5 оксидами кобальта, молибдена, галлия и меди на выход ароматических углеводородов. Показано, что целевые углеводороды ароматической фракции (БТК) имеют больший выход на образце, промотированном галлием.

Ключевые слова: ароматизация, пентасил, ароматические углеводороды.

AROMATIZATION OF PROPAN-BUTANOVOY OF FRACTION ON THE PROMOTIROVANNYKH THE PENTASILAKH

Artamonov E.A., chief engineer "Gazprom Promgaz", Moscow,
Zav'yalov V.I., project manager "Gazprom Promgaz", Moscow,
Malova O.V., senior research, Joint Institute for High Temperatures, High Temperatures, Russian Academy of Sciences, Moscow,

The article is devoted to the flavor of propane and butane in the pentasils promoted. In this paper we study the effect of modifying the pentasil ZSM-5 oxides of cobalt, molybdenum, gallium and copper on the yield of aromatic hydrocarbons. It is shown that the target aromatic hydrocarbon fractions (BTX) have greater yield of the sample, gallium promoted.

Keywords: flavoring, pentasil, aromatic hydrocarbons.

Введение

Ароматические углеводороды являются исходными продуктами в промышленности основного органического синтеза. Наибольшее применение получили легкие арены – бензол, толуол и ксилолы. В настоящее время производство ароматических углеводородов базируется на переработке жидких углеводородов нефти в процессах каталитического риформинга и пиролиза.

Изменение сырьевой базы нефтехимических комплексов России привело к значительному дефициту этих углеводородов [1, 3]. В связи с этим весьма актуальна проблема замены нефти (как источника сырья для получения аренов) на альтернативные. Такими источниками, в первую очередь, являются природный газ, попутные нефтяные и нефтезаводские газы, в состав которых входят парафины C_2–C_5 и широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ) [2].

Исследования каталитических превращений низкомолекулярных алифатических углеводородов на цеолитах уже давно ведутся во многих научных центрах в России и за рубежом [3]. Особенно интенсивно они стали развиваться после разработки методов синтеза высококремнеземных цеолитов семейства пентасила, важнейшей особенностью которых является их способность к превращению низкомолекулярных углеводородов в более высокомолекулярные соединения [4]. В зависимости от условия проведения реакции можно получить либо смесь алифатических углеводородов бензиновой фракции C_6–C_{10} (в основном изопарафинов), либо концентрат ароматических углеводородов, в основном, бензол, толуол и ксилолы (БТК).

Для увеличения селективности ароматизации весьма эффективно химическое и термическое модифицирование используемых цеолитов. Глубина и селективность превращений парафинов на модифицированных пентасилах зависят от многих факторов. Помимо состава каркаса цеолита и условий проведения реакции важное значение имеют природа элемента-модификатора, его концентрация, способ введения промотора и локализация ионов и кластеров металлов в определенных элементах структуры цеолита, а также условия предварительной обработки катализатора. В качестве модифицирующих добавок применяются различные металлы.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:28:49

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Цель работы – изучение влияния модифицирования пентасила ZSM-5 оксидами кобальта, молибдена, галлия и меди на выход ароматических углеводородов.

Экспериментальная часть

Для приготовления лабораторных образцов был использован пентасил ZSM-5, с массовой долей цеолита не менее 90 %, мольным соотношением SiO_2/Al_2O_3 = 28 – 35, массовой долей оксида натрия – не более 0,16 %, удельной поверхностью не менее 400 м^2/г, насыпной массой – в пределах 500 – 550 кг/м^3, размером кристаллов 1,5 – 1,7 мкм.

Модифицирование осуществляли пропиткой цеолита водными растворами солей: кобальта (III) азотнокислого 6-водного $Co(NO_3)_2{\cdot}6H_2O$, ГОСТ 4528–78 (с содержанием 5 % масс. кобальта в пересчете на оксид); аммония молибденовокислого $Mo_7O_{24}{\cdot}6(NH_4)_4\ H_2O$, ГОСТ 3765–78 (с содержанием 5 % масс. молибдена в пересчете на оксид). Цеолит выдерживали в растворе 24 часа, отфильтровывали, затем проводили его сушку при T = 250 °С.

После высокотемпературной сушки образцы повторно пропитывали растворами: галлия (III) нитрата гидрата $Ga(NO_3)_3{\cdot}8H_2O$, ГОСТ-12797 (с содержанием 5 % масс. галлия в пересчете на оксид) – меди (II) углекислой основной $Cu(CO)_3{\cdot}Cu(OH)_2$, ГОСТ 8927–79 (с содержанием 5 % масс. меди в пересчете на оксид). Далее проводили термическую обработку 4 часа при 550°С.

Эксперимент проводили на установке, схема которой представлена на рис. 1. В составе установки – реакторы, регуляторы расхода газа, давления, жидкости, холодильники, сепараторы, регуляторы температуры. На установке предусмотрена возможность испытания катализаторов как в эндо-, так и в экзорежимах. Подача жидких углеводородов осуществляется с помощью насосов-дозаторов.

Образцы катализаторов испытывались при объемной скорости подачи пропан-бутановой фракции 1,02 ч$^{-1}$, давление в реакторе – 0,1 – 1,2 МПа, температурный диапазон эксперимента – 490 – 530 °С (шаг 10°), подача азота составляет 30 л/ч, загрузка катализатора – 100 см^3.

Сушка и активация образцов катализатора осуществлялись в токе азота со скоростью 30 л/ч, до температуры 500 °С, плато каждые 100 °С и выдержкой в течение 1 часа. В качестве исходного сырья была выбрана пропан-бутановая фракция (ПБФ).

Жидкие и газообразные продукты реакции, анализировали на хроматографе с использованием программно-аппаратного комплекса "NetChrom", состоящего из хроматографа "Кристаллюкс-4000М", в состав которого входят: аналитический модуль – ДТП + ПИД для параллельной работы на двух каналах разделения проб, хроматографические колонки – капиллярные для жидких продуктов, насадочные – для газов, программа для обработки хроматографических данных – NetChromWin 2.5. В качестве газоносителя использовался гелий со скоростью подачи 30 см^3/сек. Режим программированного подъема температуры от 40 °С

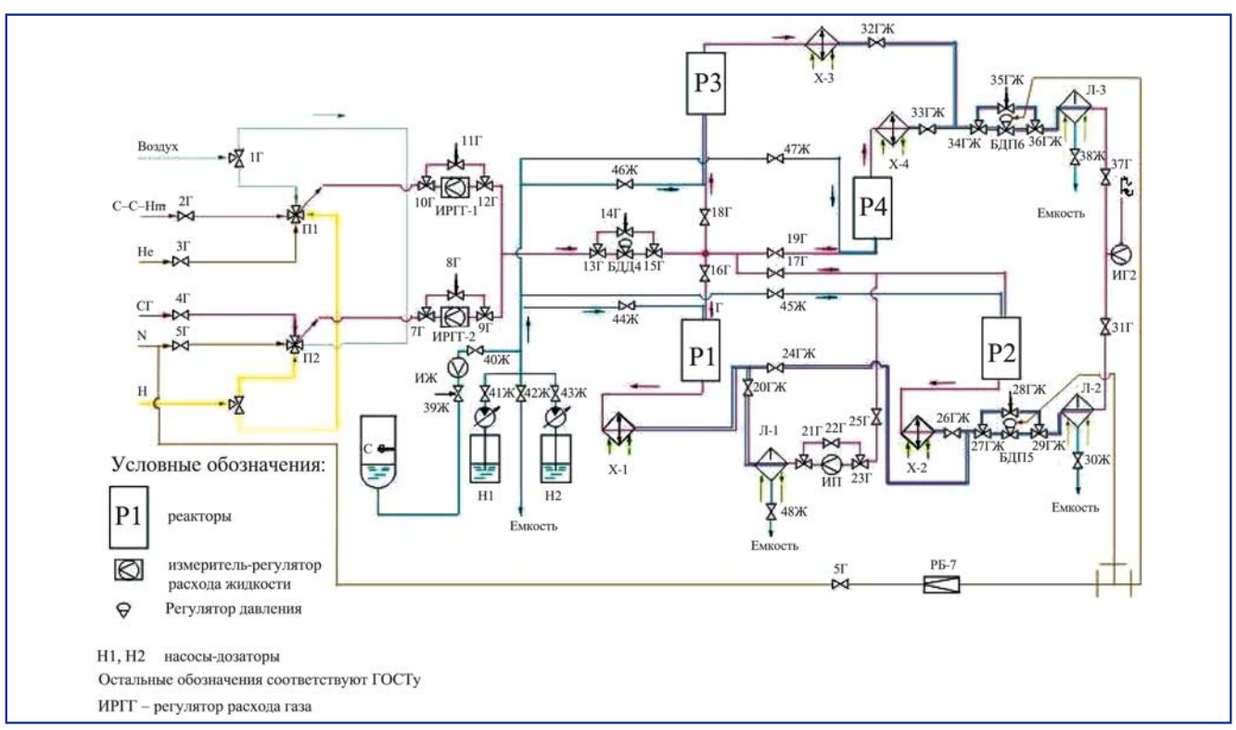


Рис. 1. Схема принципиальной лабораторной установки

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

(выдержка 8 мин) до 180 °С (выдержка 15 мин) со скоростью 8 °С/мин.

Анализ жидкофазных углеводородов осуществляли с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 57 м, с внутренним диаметром 0,25 мм, фазой полиметилфенилсилоксан SE-54 и пламенно-ионизационным детектором (ПИД). Анализ газообразных углеводородов осуществлялся с помощью колонки, заполненной оксидом алюминия, и детектором по теплопроводности (ДТП).

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 приведен состав пропан-бутановой фракции, использованной в эксперименте.

Из таблицы видно, что основными компонентами являются пропан и изомеры бутана (98,15 % мас.), причем на долю пропана приходится почти 70 %, а на долю бутана – лишь 29 %.

Таблица 1

Состав пропан-бутановой фракции

Наименование компонентов	Состав ПБФ, % масс.	л/ч	г/ч
CH_4	0,20	0,14	0,10
н-C_2H_6	1,65	0,63	0,85
C_3H_8	69,24	18,12	35,59
C_4H_{10}	28,91	5,74	14,86
В том числе:			
i-C_4H_{10}	15,10	3,0	7,76
n-C_4H_{10}	13,81	2,74	7,10
СУММА	100,0	24,63	51,4

Образец Co + Mo/ZSM-5

В табл. 2 приведены данные испытания образца катализатора на основе пентасила, промотированного кобальтом и молибденом.

Анализируя содержание газообразных продуктов реакции на указанном образце, можно отметить ряд следующих моментов: содержание метана и этана значительно увеличивается (с повышением температуры эксперимента), а содержание пропана и бутана, напротив, снижается с ростом температуры эксперимента (рис. 2).

Зависимость выхода жидких (ароматических) углеводородов от температуры эксперимента представлена на рис. 3.

Видно, что по мере повышения температуры эксперимента, содержание бензола и толуола увеличивается, а суммарное содержание ксилола и этилбензола снижается, но незначительно. Таким образом, модифицирование пентасила оксидами кобальта и молибдена ведет к росту конверсии и селективности по аро-

Таблица 2

Данные эксперимента на образце катализатора Co + Mo/ZSM-5

Состав газа на выходе, % масс.	490°	500°	510°	520°	530°	540°
CH_4	17,65	20,32	24,01	26,23	36,15	40,43
C_2H_6	18,0	23,89	27,74	28,44	36,65	39,43
C_2H_4	0,43	0,57	0,55	0,86	0,72	0,77
C_3H_8	54,54	48,21	43,09	38,12	23,55	16,3
C_3H_6	Сл.	0	0	0	0	0
i-C_4H_{10}	4,37	3,44	2,36	3,84	1,65	2,46
n-C_4H_{10}	5,01	3,57	2,25	2,51	1,28	0,61
C_4H_8	Сл.	0	0	0	0	0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Газ на выходе, г/ч	45,75	44,96	43,19	41,66	40,62	39,67
БТК на выходе, г/ч	5,65	6,44	8,21	9,74	10,78	11,73
Выход БТК на поданный газ, %	11,0	12,5	16,0	18,9	21,0	22,8
Селективность, %	26,6	25,1	27,5	30,5	27,2	27,4
Непрор. бутаны в газе, г/ч	4,29	3,15	1,99	2,65	1,19	1,22
Прореаг. бутаны, г/ч	10,57	11,71	12,87	12,21	13,67	13,64
Непрор. C_3 в газе, г/ч	24,95	21,68	18,61	15,88	9,57	6,47
Прореаг. C_3, г/ч	10,64	13,91	16,98	19,71	26,02	29,12
Итого прореаг. C_3, г/ч	21,21	25,62	29,85	31,92	39,69	42,77
Конверсия бутанов, %	71,12	78,79	86,60	82,20	91,99	91,80
Конверсия пропана, %	29,89	39,10	47,71	55,38	73,12	81,83
Итого (газ у/в + водород), л/ч	34,2	36,2	37,8	39,3	40,0	40,8

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Окончание табл. 2

Состав газа на выходе, % масс.	490°	500°	510°	520°	530°	540°
Состав ароматики, % масс.						
Легкие парафины	1,7	1,4	0,85	0,51	0,61	0,25
бензол	6,03	6,85	8,08	10,19	12,42	14,01
толуол	28,38	29,5	30,42	33,0	34,87	36,65
ксилолы + этилбензол	31,24	30,17	28,07	26,61	24,27	19,78
C_{9+}	32,65	32,1	32,6	29,7	27,8	29,31
Итого	100	100	100	100	100	100

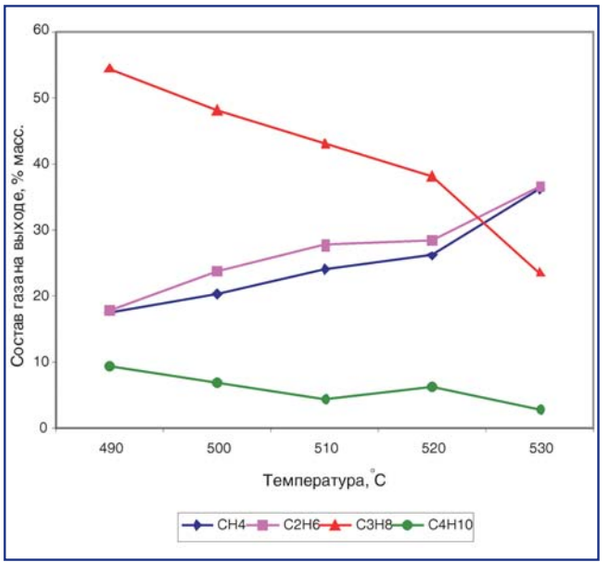


Рис. 2. *Влияние температуры на содержание газовой фазы*

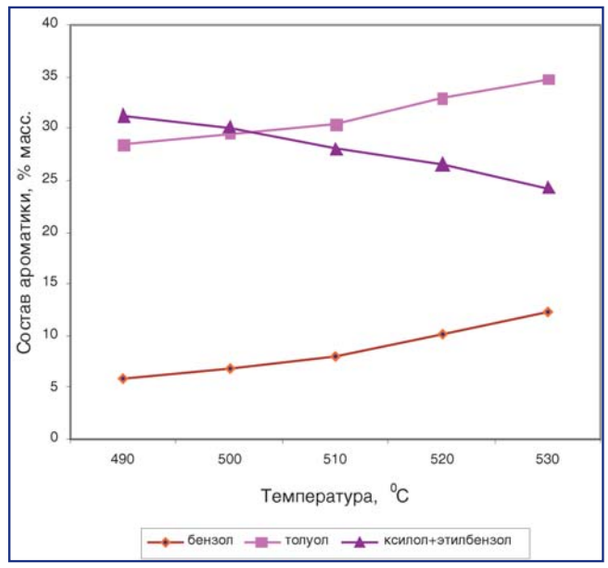


Рис. 3. *Влияние температуры на состав ароматических соединений*

матическим углеводородам, несмотря на усиление побочных процессов метанирования.

Образец Co + Mo/Ga/ZSM-5

Данные по испытанию образца, промотированного оксидами кобальта и молибдена,а также галлием, в реакции ароматизации парафинов, приведены в табл. 3.

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что увеличение содержания метана и этана, по мере повышения температуры эксперимента аналогично испытанию образца, не содержащего галлий, до температуры 520 °С, но при 530 °С их содержание, в отличие от образца без галлия, остается без изменений (рис. 4). Не меняется содержание и пропана с увеличением температуры с 520 до 530 °С. Характер снижения содержания бутана практически такой же, как и

Таблица 3

Данные эксперимента на образце катализатора Co–Mo/Ga/ZSM-5

Состав газа на выходе, % масс.	490°	500°	510°	520°	530°
CH_4	15,37	16,1	23,82	30,72	32,0
C_2H_6	18,43	19,00	26,29	32,73	32,0
C_2H_4	0,7	0,92	0,51	0,40	0,73
C_3H_8	55,9	54,6	42,90	31,82	30,75
C_3H_6	0,2	0	0	0	0
i-C_4H_{10}	4,14	4,54	2,98	2,11	2,34
n-C_4H_{10}	4,9	4,63	3,50	2,22	2,18

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:11

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Окончание табл. 3

Состав газа на выходе, % масс.	490°	500°	510°	520°	530°
C_4H_8	0,36	0,21	0	0	0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Газ на выходе, г/ч	46,75	45,27	43,65	42,42	42,00
БТК на выходе, г/ч	4,65	6,13	7,75	8,98	9,40
Выход БТК на поданный газ, %	9,00	11,9	15,1	17,5	18,3
Селективность, %	23,1	28,4	26,8	25,6	26,4
Непрор. бутаны в газе, г/ч	4,23	4,15	2,83	1,84	1,90
Прореаг. бутаны, г/ч	10,63	10,71	12,03	13,02	12,96
Непрор. C_3 в газе, г/ч	26,13	24,72	18,73	13,50	12,92
Прореаг. C_3, г/ч	9,46	10,87	16,86	22,09	22,67
Итого прореаг. C_{3+}, г/ч	20,09	21,58	28,89	35,11	35,64
Конверсия бутанов, %	71,56	72,06	80,97	87,64	87,22
Конверсия пропана, %	26,57	30,55	47,38	62,07	63,71
Газ на выходе (у/в + водород), л/ч	33,9	35,3	37,3	38,2	39,0
Состав ароматики, % масс.					
Легкие парофины	2,3	2,7	1,3	0,9	1,1
Бензол	6,5	7,8	8,9	10,0	13,5
Толуол	31,2	32,5	35,1	36,5	38,3
Ксилолы + этилбензол	33,2	31,3	30,6	26,2	26,7
C_{9+}	26,8	25,7	24,1	26,5	20,4
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

при эксперименте на образце, не содержащем галлий, т.е. с повышением температуры его содержание незначительно уменьшается. Дополнительное модифицирование галлием приводит к незначительному образованию этилена.

Зависимость выхода ароматики от температуры на анализируемом образце представлена на рис. 5.

Анализируя зависимости, представленные на рис. 5, можно отметить, что на образце, модифицированном галлием, наблюдается повышение выхода толуола и суммарного количества ксилола и этилбензола. Наблюдается также значительное снижение тяжелых углеводородов (C_{9+}) с 27,8 % масс. при 530 °С до 20,4 % масс.

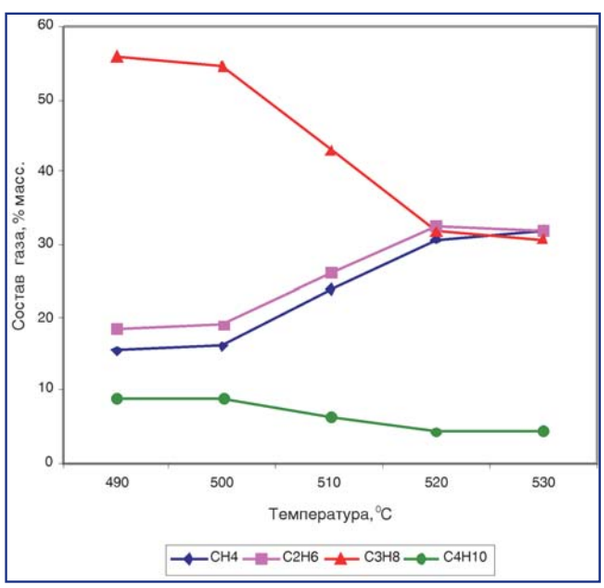


Рис. 4. *Влияние температуры на содержание газовой фазы*

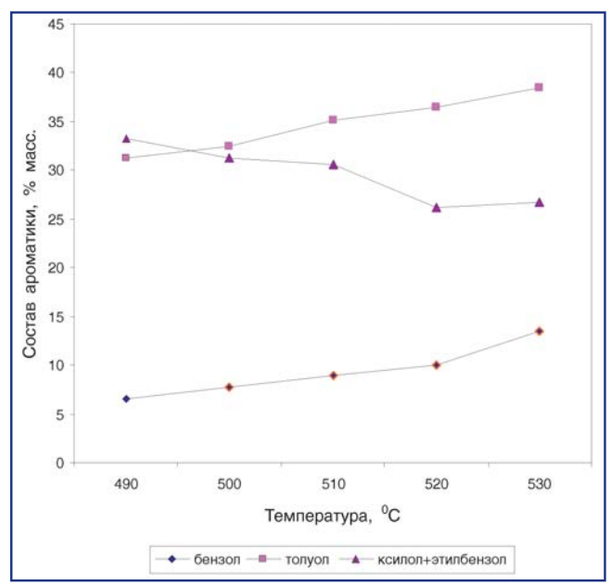


Рис. 5. *Влияние температуры реакции на состав ароматических соединений*

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 ˚. 11:29:22

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Образец Co + Mo/Cu/ZSM-5

В табл. 4 приведены данные эксперимента на образце катализатора на основе пентасила, промотированного медью (в дальнейшем, MD ZSM-5 + Cu).

Из данных, приведенных в табл. 4, видно, что содержание метана и пропана, так же как на первых двух образцах, с повышением температуры эксперимента увеличивается.

Однако, в отличие от испытанных образцов, значительное снижение пропана наблюдается уже при 510 °С (рис. 6).

Зависимость содержания ароматических углеводородов от времени эксперимента на образце, модифицированном оксидом меди, представлена на рис. 7.

Из рисунка видно, что характер изменения содержания ароматики от температуры эксперимента аналогичен испытанию двух предыдущих образцов, т.е. суммарное содержание ксилола и этилбензола увеличивается по мере повышения температуры, а бензола – несколько снижается. Содержание толуола практически не меняется при повышении температуры от 510 до 530 °С.

В табл. 5 представлены данные по изменению содержания бутана и выходу ароматических углеводородов, полученные с использованием образцов, модифицированных различными оксидами.

Анализируя данные, представленные в таблице, можно отметить следующее.

1. Для всех испытанных катализаторов оптимальной температурой для конверсии бутана является интервал 520–530 °С.

2. По активности в конверсии бутана катализаторы можно расположить в следующих последовательностях: Cu < Ga < Co + Mo (при начальной температуре эксперимента); Co + Mo > Cu > Ga (при температуре 530 °С), т.е. при 530 °С конверсия бутана происходит в большей степени на образце, дополнительно промотированным галлием.

3. По выходам ароматических углеводородов можно отметить, что при начальной температуре эксперимента лучший выход ароматики имеют различные образцы (в зависимости от ароматического компо-

Таблица 4

Данные эксперимента на образце катализатора Co + Mo/Cu/ZSM -5

Состав газа на выходе, % масс.	490°	500°	510°	520°	530°	540°
CH_4	18,13	19,17	23,63	29,66	35,49	38,96
C_2H_6	25,06	24,07	27,64	33,29	37,57	40,84
C_2H_4	0,42	0,53	0,65	0,53	0,64	0,79
C_3H_8	47,94	49,00	42,16	32,49	23,11	17,15
C_HH_6	Сл.	0	0	0	0	0
i-C_4H_{10}	4,04	3,42	2,89	2,12	1,67	1,32
n-C_4H_{10}	4,41	3,81	3,03	1,91	1,52	0,94
C_4H_8	Сл.	0	0	0	0	0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Газ на выходе, г/ч	45,15	44,13	43,13	41,21	40,30	39,20
БТК на выходе, г/ч	6,25	7,27	8,27	10,19	11,10	12,20
Выход БТК на поданный газ, %	12,2	14,1	16,1	19,8	21,6	23,7
Селективность, %	25,0	28,4	27,8	28,8	27,9	28,5
Непрор. бутаны в газе, г/ч	3,82	3,19	2,55	1,66	1,29	0,89
Прореаг. бутаны, г/ч	11,04	11,67	12,31	13,20	13,57	13,97
Непрор. C_3 в газе, г/ч	21,64	21,62	18,18	13,39	9,31	6,72
Прореаг. C_3, г/ч	13,94	13,97	17,41	22,20	26,28	28,87
Итого прореаг. C_{3+}, г/ч	24,99	25,63	29,71	35,40	39,85	42,84
Конверсия бутанов, %	74,33	78,53	82,82	88,82	91,35	94,04
Конверсия пропана, %	39,18	39,24	48,91	62,38	73,83	81,11
Газ на выходе (у/в + водород), л/ч	34,2	35,3	37,1	38,2	38,7	40,3
Состав ароматики, % масс.						
Легкие парофины	3,30	2,40	1,10	0,80	0,60	0,30
Бензол	6,68	7,71	9,08	10,36	10,78	12,24
Толуол	29,34	30,48	32,31	32,05	32,26	31,47
Ксилолы + этилбензол	34,51	30,48	28,81	26,53	26,57	21,71
C_{9+}	26,17	28,93	28,70	30,26	29,79	34,28
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen

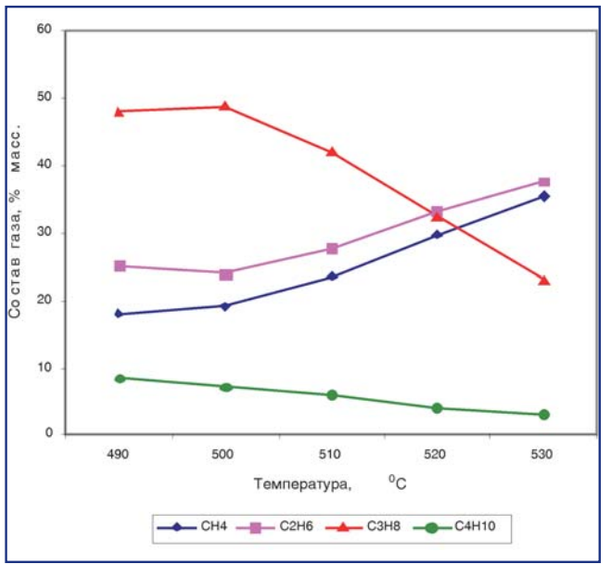


Рис. 6. *Влияние температуры на выход газов C_1–C_3*

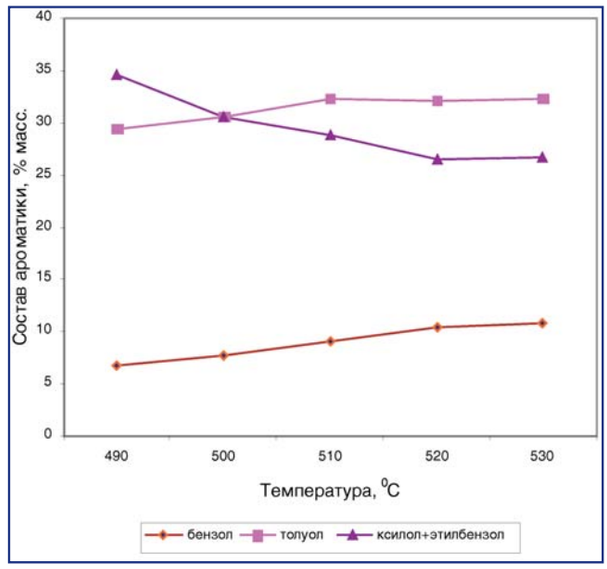


Рис. 7. *Влияние температуры на выход целевых ароматических углеводородов*

Таблица 5

Сопоставление содержания бутана и ароматических углеводородов

Катализатор	Температура эксперимента, °C				
	490	500	510	520	530
C_4H_{10} в газовой фазе, % масс.					
Co–Mo/ZSM-5	9,38	7,01	4,61	6,35	2,93
Co–Mo/Ga/ZSM-5	9,04	9,01	6,48	4,33	4,52
Co–Mo/Cu/ZSM-5	8,47	7,23	5,92	4,03	3,12
Содержание ароматических углеводородов, % масс.					
Содержание толуола, % масс.					
Co–Mo/ZSM-5	28,38	29,50	30,42	33,00	34,87
Co–Mo/Ga/ZSM-5	31,20	32,50	35,10	36,50	38,50
Co–Mo/Cu/ZSM-5	29,34	30,48	32,31	32,05	32,26
Содержание ксилола + этилбензола, % масс.					
Co–Mo/ZSM-5	31,24	30,17	28,07	26,61	24,27
Co–Mo/Ga/ZSM-5	33,20	31,30	30,60	26,20	26,70
Co–Mo/Cu/ZSM-5	34,51	30,48	28,81	26,53	26,57
Содержание бензола, % масс.					
Co–Mo/ZSM-5	6,03	6,85	8,08	10,19	12,42
Co–Mo/Ga/ZSM-5	6,50	7,80	8,90	10,00	13,50
Co–Mo/Cu/ZSM-5	6,68	7,71	9,08	10,36	10,78

нента), однако при эксперименте при 530 °C все целевые углеводороды ароматической фракции (БТК) имеют больший выход на образце, дополнительно промотированным галлием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дуплякин В.К.** Рос. хим. х. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2007. Т. 51. № 4. С. 11–22.

2. **Арутюнов В.С., Лапидус А.Л.** Введение в газохимию. М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2005. 108 с.

3. **Дергачев А.А., Лапидус А.Л.** Каталитическая ароматизация низших алканов // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, № 4 (2008). Т. 52. С. 15–21.

4. **Крылов О.В.** Гетерогенный катализ. ИКЦ Академкнига. 2004. 679 с.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:33

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ОЧИСТКЕ ВОДОМЕТАНОЛЬНОЙ ФРАКЦИИ ОТ МЕТАНОЛА

В.Г. Щанкина, ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР",
О.В. Малова, Объединенный институт высоких температур РАН, ОИВТ РАН,
В.В. Меньшиков, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

В статье рассмотрена возможность применения промышленных катализаторов в процессе очистки водометанольной фракции от метанола. Изучена каталитическая активность, прочностные характеристики и удельная поверхность известных катализаторов. Отмечено, что для процесса, проходящего с высоким содержанием пара необходимо разработать катализатор, характеризующийся высокой активностью и стабильностью.

Ключевые слова: Cu-содержащий катализатор, очистка от метанола, разложение метанола.

CATALYTIC ACTIVITY OF THE COPPER CATALYSTS IN CLEANING WATER-METHANOL FACTIONS FROM METHANOL

Schankina V.G., a post-graduate student, junior researcher, LLC "NIAP-CATALYST",
Malova O.V., senior researcher. The united Institute for High Temperatures, Russian Academy of Sciences,
Menshikov V.V., doctor of technical sciences, professor of Processes and Equipment of Chemical Technology MUCTR

The article considers the possibility of industrial catalysts in the process of cleaning water-methanol fraction of methanol. The catalytic activity, the strength characteristics and the specific surface area of known catalysts. It is noted that the process of passing a high pair necessary to develop a catalyst having high activity and stability.

Keywords: Cu-containing catalyst, removal of methanol, the decomposition of methanol.

Введение

В настоящее время активно развивается направление, связанное с производством синтетических топлив из "синтез-газа". В процессе получения топлив образуется значительное количество реакционной воды, загрязненной метанолом, удаление которого представляет сложную технико-экономическую проблему. Существуют производства, в которых метанол также загрязняет сточные воды, являясь побочной примесью, например, в синтезе аммиака, при паровой конверсии CO [1], в производстве товарных продуктов – метанола, диметилового эфира, высших спиртов.

Известны физико-химические и биологические методы очистки от метанола [2, 3], однако каталитический способ имеет преимущества: возможность комплексной очистки, относительно невысокие капитальные и эксплуатационные затраты.

Процесс каталитической очистки воды от метанола можно рассматривать как его разложение на медьсодержащих катализаторах. Данные о катализаторах разложения метанола в водометанольной смеси, в которой H_2O до 95 % масс. крайне ограничены. В работе [4] изучено разложение метанола в водно-метанольной смеси, но с содержанием воды в эквимолярном количестве. Поэтому возникла необходимость в разработке катализатора для процесса очистки водометанольной смеси, в которой воды до 95 % масс. и 5 % масс. CH_3OH.

Цель данной работы – изучение каталитической активности медьсодержащих катализаторов в процессе очистки водометанольной фракции от метанола.

Экспериментальная часть

Объектами исследования выбраны промышленные катализаторы: конверсии оксида углерода водяным паром НТК-4 и синтеза метанола СНМ-У и

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:34

Color profile: Disabled
Composite Default screen

разработанный катализатор очистки водометанольной фракции (условно ОВМФ). Целесообразность испытания первого обусловлена тем, что он работает в парогазовой среде (соотношение вода : газ – 2:1) и обладает достаточной прочностью, второго – тем, что процесс разложения (очистки) метанола обратный проведению синтеза.

У анализируемых образцов определяли физико-химические свойства. Так, рентгефазовый анализ их до и после испытаний осуществляли с использованием дифрактометра ДРОН-3 с CuKα-излучением и графитовым монохроматором на отраженном пучке. Фазы идентифицировали с использованием базы данных JCPDS PDF. Средний размер кристаллитов, который приравнивали к областям когерентного рассеивания, оценивали по уравнению Селякова–Шеррера:

$$L = \frac{k\lambda}{\beta\cos\theta},$$

где L – средний кажущийся размер кристаллита в направлении нормали к отражающей плоскости; λ – длина волны (0,154 нм); K – коэффициент, который с достаточной точностью можно считать равным 1 в приближении сферических частиц; β – физическое уширение, обусловленное малым размером кристаллов после исправления измеренной величины на немонохроматичность излучения и геометрическое уширение, связанное с условиями съемки [5, 6]. Эталоном служил NaCl с высокой степенью кристалличности. Принимая во внимание, что для высокодисперсных объектов, каковыми являются исследуемые образцы, уширение связано в основном с малым размером кристаллитов, наиболее подходящей формой для функции $f(x)$ можно считать кривую Коши вида: $\frac{1}{(1+k^2x^2)}$.

Испытания проводились на проточной установке разложения метанола, описанной в [7], при условии: давление атмосферное, объемная скорость подачи жидкого сырья (w) 1 ч$^{-1}$, температура 200, 250, 300 °С, время испытания от 6 до 60 ч. Испытания проводили во фракции (1,0 – 1,6 мм) и в целой таблетке (5×4 мм). Состав исходной водометанольной смеси – 95 % масс. H_2O и 5 % масс. CH_3OH. Об активности судили по степени разложения метанола в водометанольной смеси.

Анализ содержания метанола до и после испытаний осуществляли на хроматографе "ЛХМ-2000 М" с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке длиной 45 м, с неподвижной фазой SE-54, с использованием компьютерной программы "Z–lab". Условия анализа: объем пробы 1 мкл; газ-носитель – гелий; температура колонки 70 °С; температура испарителя 200 °С; давление газа-носителя на входе в колонку 0,8 атм; расход газа-носителя на сброс 30 нсм^3/мин; расход азота на поддув 30 нсм^3 /мин. Для проведения количественных расчетов содержания метанола в конденсате были выполнены работы по определению коэффициента чувствительности хроматографа к метанолу.

Результаты эксперимента и их обсуждение

1. Исследование промышленных катализаторов СНМ-У и НТК-4 в очистке водометанольной фракции от метанола.

В табл. 1 представлены показатели промышленных образцов и приготовленного катализатора очистки водометанольной фракции (КОВМФ).

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что содержание предшественника активного компонента (CuO) у НТК-4 и СНМ-У практически на одном уровне, образцы отличаются по содержанию оксидов алюминия, цинка, а катализатор СНМ-У не содержит оксидов хрома.

Различаются представленные катализаторы и по способу приготовления: НТК-4 получен методом реакционного смешения исходного сырья, СНМ-У – методом соосаждения. На рис. 1 приведены рентгенограммы исходных образцов НТК-4 и СНМ-У.

Из рис. 1 видно, что в образце СНМ-У присутствуют незначительное содержание остаточной фазы гидроксокарбоната меди (ГКМ) и оксиды меди и цинка, средний размер кристаллитов CuO – 60Å. В отличие от СНМ-У, в составе катализатора НТК-4 присутствуют следы оксида цинка, основная часть которого входит в состав Cu–Cr содержащих соединений, с образованием сложных основных хроматов меди и цинка. Частично медь присутствует в оксидной форме, средний размер кристаллитов CuO – 90Å. Химический состав и метод приготовления вносят изменения в фазовый состав анализируемых образцов катализатора, но в обоих присутствует предшественник активного компонента (CuO) с высокой дисперсностью.

Перед испытанием медьсодержащие катализаторы активируют, в результате кислородсодержащие соединения меди восстанавливаются до Cu°. В данной работе предпринята попытка предварительно катализатор не восстанавливать, руководствуясь данными хроматографического анализа, который показал присутствие в газовой фазе продукт разложения метанола – водород, являющийся газом-восстановителем. Кроме того, реакция восстановления сопровождается выделением тепла,

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:34

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 1

Показатели НТК-4, СНМ-У и ОВМФ

Наименование показателя		НТК-4	СНМУ-У	КОВМФ
1	Внешний вид	Таблетки черного цвета цилиндрической формы		
2	Размеры таблеток, мм:			
	диаметр	5,7	5,0	6,1
	высота	3,5	4,7	4,1
3	Насыпная плотность, кг/см^3	1,43	1,23	1,5
4	Механическая прочность – при раздавливании по образующей, МПа:			
	средняя, н/м	3,6	3,7	4,3
	минимальная, н/м	2,2	1,9	2,6
5	Массовая доля меди в пересчете на CuO, %	55,6	52,7	30,8
	Масовая доля цинка в пересчете ZnO, %	12,9	26,1	56,5
	Массовая доля алюминия в пересчете на Al_2O_3, %	12,1	5,3	10,1
	Массовая доля хрома в пересчете на Cr_2O_3, %	14,0	–	2,7
	Массовая доля потерь при прокаливании при 900 °С, %, н/б	18,7	15,6	15,7

что, как правило, приводит к потере прочности исходного образца. Поэтому, на примере НТК-4 проведены испытания катализатора очистки водометанольной фракции от метанола и без восстановления. Полученные данные показали, что первоначальная активность несколько выше у предварительно восстановленного образца, но с увеличением времени испытания степень разложения метанола практически не отличается от невосстановленного образца. Поэтому, с целью сохранения прочности при испытании в таблетке, все последующие испытания проводили без предварительного восстановления.

Из рис. 2 видно, что активность катализатора НТК-4 во фракции достаточно высокая уже в первый час испытания, тогда как у образца СНМ-У она постепенно повышается по мере увеличения времени. Эта разница в активности образцов во фракции обусловлена методом приготовления: в НТК-4, не связанного CuO в хроматы меди и цинка CuO больше, он легче восстанавливается, чем и определяется высокая активность с первого часа испытаний. В катализаторе СНМ-У часть CuO находится в свободном состоянии, а большая часть – в структуре твердого раствора с оксидами цинка и алюминия, поэтому при испытании t = 250 °С для

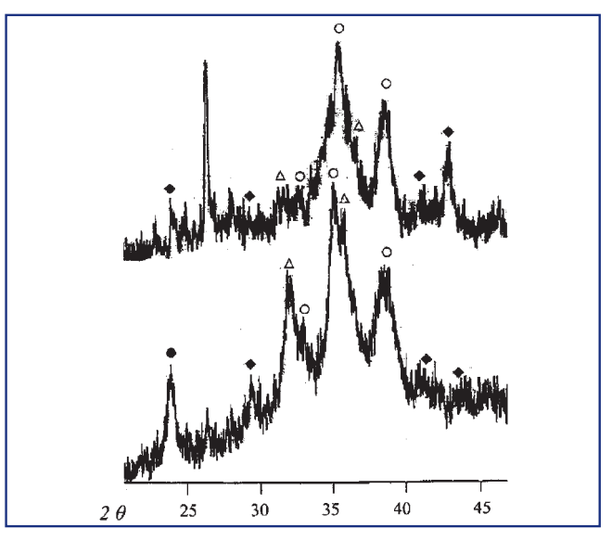


Рис. 1. *Фрагменты рентгенограмм катализаторов СНМ-У, НТК-4:*
Условные обозначения: • – ОКМ; ○ – CuO; ◆ – шпинельные соединения; Δ – ОКЦ

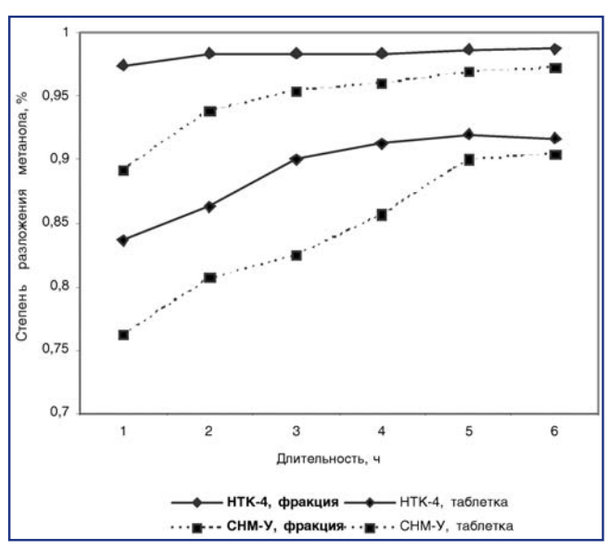


Рис. 2. *Активность катализаторов НТК-4 и СНМ-У во фракции и в таблетке при испытании при 250 °С*

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 2013 *. 11:29:36

Color profile: Disabled
Composite Default screen

этого образца наблюдается индукционный период, в течение которого CuO постепенно восстанавливается до металлической меди.

При испытании в таблетке наблюдается обратная картина. Активность в таблетке выше у СНМ-У, чем у НТК-4. Наблюдаемая разница в таблетке в определенной мере объясняется текстурой образцов, которая в значительной степени зависит от условий таблетирования. Так, пористость НТК-4 составляет 41 %, у СНМ-У она выше и равна соответственно 53 %.

При температуре испытания 300 °С для всех образцов наблюдается высокая степень превращения метанола, равная 0,98–0,99.

2. Прочность промышленных катализаторов, исследованных в процессе очистки водометанольной фракции от метанола.

Как отмечалось ранее, помимо достижения высокой активности в технологии катализаторов необходимо стремиться и к сохранению прочности, особенно для катализаторов, эксплуатируемых в среде со значительным содержанием пара. Данные по прочности, полученные из сопоставления значений до и после испытаний, свидетельствуют о снижении прочности после испытания при 250 °С у обоих образцов: у НТК-4 прочность снизилась на 51,5 %, у СНМ-У на 78,4 %. Меньшее снижение прочности у катализатора НТК-4 объясняется содержанием в составе хромсодержащих соединений, способствующих повышению прочности.

Таким образом, принципиально возможно использовать в очистке от метанола известные промышленные медьсодержащие катализаторы. Но, выше представленные данные свидетельствуют, что активность таких катализаторов высокая, а прочность недостаточна для проведения процесса в реакционной среде, содержащей существенное количество пара. Одной из причин снижения прочности после испытаний у анализируемых образцов – высокое содержание в образцах оксида меди (больше 50 % масс.), который при восстановлении переходит в металлическую медь, т.е. происходит изменение фазового состава, что в данном случае приводит к разрушению первоначальной структуры и, как следствие, к снижению прочности таблетки.

3. Исследование разработанного катализатора в очистке водометанольной фракции от метанола.

Для процесса, в котором реакционная среда представляет собой значительное содержание пара, необходимо создание катализатора, который был бы активен в данной среде и в меньшей степени снижал прочность в процессе испытаний. Так, был разработан катализатор для очистки водометанольной фракции от метанола (КОВМФ), его химический состав представлен в табл. 1, видно, что содержание оксида меди снижено до ~30 % масс. Метод приготовления КОВМФ отличается от СНМ-У, однако данный катализатор имеет аналогичный с СНМ-У фазовый состав – это CuO, ZnO (причем содержание последнего выше, чем в СНМ-У), Al_2O_3 и в этом образце не выявляется РФА. Средний размер кристаллитов CuO – 70Å.

В табл. 2 представлены данные испытаний такого катализатора во фракции при атмосферном давлении при 200, 250 и 300 °С.

Из данных, представленных в таблице, видно, что, несмотря на снижение содержания оксида меди в ~1,7 раза, активность разработанного катализатора практически не отличается от промышленных катализаторов НТК-4 и СНМ-У. При температуре испытания 200 °С степень превращения увеличивается постепенно по мере увеличения длительности. По-видимому, постепенный подъем степени разложения метанола связан с процессом восстановления, который более интенсивно осуществляется при 250 и 300 °С. Для подтвержде-

Таблица 2

Активность разработанного катализатора

Время	Температура, 200 °С		Степень разложения метанола, (α)	Температура, 250 °С		Степень разложения метанола, (α)	Температура, 300 °С		Степень разложения метанола, (α)
	вход	выход		вход	выход		вход	выход	
1	200,1	200,4	0,516	250,3	250,5	0,933	300,3	300,6	0,977
2	200,0	200,3	0,453	250,0	250,3	0,975	300,2	300,5	0,992
3	200,2	200,6	0,392	250,2	250,6	0,981	300,1	300,3	0,997
4	200,1	200,7	0,505	250,3	250,5	0,983	300,3	330,6	0,994
5	200,0	200,6	0,768	250,4	250,7	0,985	300,2	300,5	0,995
6	200,3	200,7	0,854	250,4	250,8	0,987	300,2	300,5	0,995
7	200,3	200,8	0,877	250,5	250,9	0,988	300,3	300,7	0,996
8	200,4	200,7	0,921	250,4	250,8	0,989	300,2	300,5	0,997

Примечание. Объемная скорость подачи водометанольной смеси при испытании 1,1 ± 0,5 $час^{-1}$.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:36

Color profile: Disabled
Composite Default screen

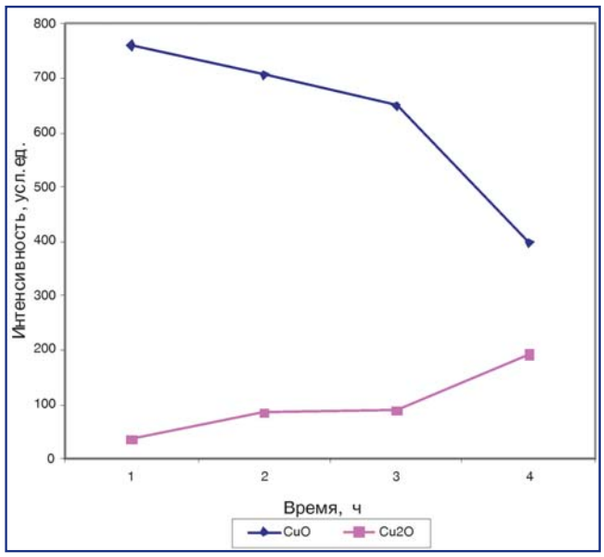


Рис. 3. Зависимость интенсивности CuO и Cu_2O от длительности испытания

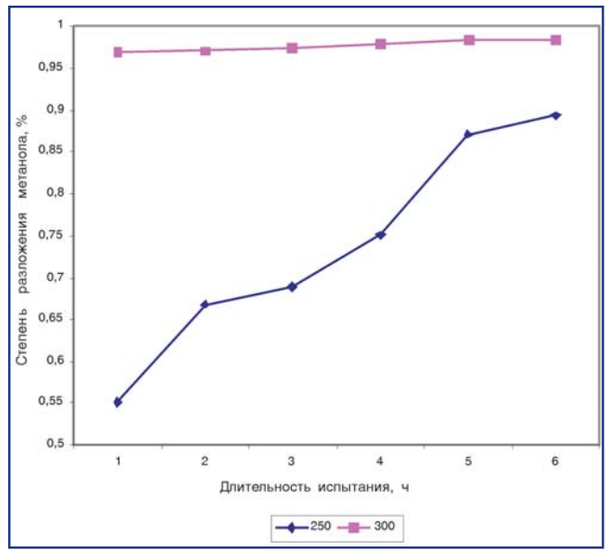


Рис. 4. Зависимость степени разложения метанола от длительности испытания

ния этого, определяли фазовый состав после каждого часа испытаний. По полученным рентгенограммам анализировали изменение площади дифракционного пика оксида меди (d = 2,32Å), и одновалентной меди (d = 2,41Å) и меди металлической (d = 2,43Å). Полученные данные приведены на рис. 3, где представлено изменение интенсивности указанных фаз от времени испытания.

Из рис. 3 видно, что по мере увеличения времени испытания оксид меди восстанавливается с образованием промежуточной фазы – одновалентной меди (Cu_2O), интенсивность которой увеличивается по мере увеличения времени, тогда как интенсивность CuO значительно снижается после 3-го часа испытаний. Для выявления изменения фазового состава в зависимости от температуры испытания аналогичная работа проведена с образцами, испытанными в течение трех часов при 200, 225 и 250 °С. Выявлено, что содержание Cu° заметно увеличивается уже при испытании образца при 225 °С. Так, при испытании при 200 °С интенсивность оксида меди 1380 у.е., одновалентной меди – 90 у.е., медь металлическая отсутствует. При температуре 225 °С оксид меди и Cu_2O отсутствуют, присутствует только медь металлическая с интенсивностью 1920 у.е., интенсивность последней несколько увеличивается при t = 250 °С. Таким образом, при температуре испытания 200 °С в паровой среде восстановление осуществляется переходом CuO в Cu° с образованием промежуточной фазы – одновалентной меди, чем обусловлен более медленный подъем степени разложения метанола при 200 °С. Активность разработанного катализатора ОВМФ в таблетке при испытании t = 250 и 300 °С представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что активность образца в таблетке в первые часы испытания ниже, чем во фракции. Это обусловлено условиями таблетирования, т.е. текстурой катализатора и, возможно, как рассматривалось выше, восстановлением оксида меди.

Представляет интерес проанализировать фазовый состав катализаторов – НТК-4, СНМ-У в сравнении с катализатором ОВМФ, испытанные в таблетке, при температуре 250 °С. Образец СНМ-У содержит фазы ZnO и меди металлической с размером кристаллитов – 210Å. Оксид алюминия после испытания данного образца РФА не выявляется.

Катализатор НТК-4 содержит фазы оксида меди и меди металлической, хромсодержащие фазы и оксид алюминия также не выявлены РФА, но размер кристаллитов меди у этого образца выше, чем у СНМ-У – 385Å. CuO в НТК-4 в меньшей степени стабилизирован соединениями алюминия и хрома, так как метод реакционного смешения, каким был приготовлен НТК-4, приводит к меньшей стабилизации активного компонента, по сравнению с катализатором СНМ-У, приготовленный методом соосаждения.

Фазовый состав образца КОВМФ аналогичный катализатору СНМ-У, но размер кристаллитов Cu° меньше – 145Å, что свидетельствует о хорошей стабильности активного компонента.

Анализ образцов катализатора ОВМФ после испытаний в таблетке показал, что температура 250 °С и 6 ч испытаний не достаточны для полу-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:48

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 3

Испытания катализатора при 250 °С

Длительность, ч	Температура, °С		Степень разложения метанола (α), %	Объемная скорость, W, ч$^{-1}$
	на входе в реактор	на выходе из реактора		
1	250,2	251,2	0,571	1,13
2	248,6	251,1	0,677	1,11
3	248,1	249,9	0,689	1,15
4	248,6	249,9	0,739	1,00
5	248,7	250,0	0,877	1,10
10	249,2	249,6	0,924	1,13
15	247,3	247,8	0,976	1,13
20	247,6	248,3	0,994	1,00
30	247,9	248,3	0,993	1,10
40	248,7	249,3	0,993	1,12
50	246,3	247,0	0,994	1,15
60	246,6	247,1	0,993	1,12

чения данных о стабильной работе катализатора, поэтому катализатор ОВМФ испытывался при 250 °С длительное время – 60 ч. Полученные данные представлены в табл. 3.

Из данных приведенных в табл. 3, видно, что действительно в первые часы испытания активность низкая, но с повышением длительности активность возрастает и достигает величины 0,99, которая практически не меняется в течение указанного времени, что свидетельствует о высокой стабильности разработанного катализатора и обусловлено особенностями формирования фазового состава разработанного катализатора.

На рис. 5 приведена гистограмма прочности исходных данных и данных после испытаний при разложении метанола в водометанольной фракции.

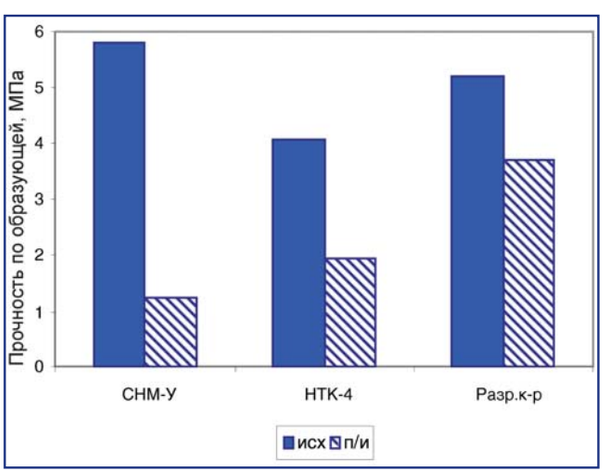


***Рис. 5.** Прочность образцов катализатора НТК-4, СНМ-У и ОВМФ*

Из рис. 5 видно, что прочность катализатора ОВМФ до испытания при 250 °С ниже, чем прочность СНМ-У, но выше НТК-4. После испытания она снижается в меньшей степени, чем прочность промышленных катализаторов. Таким образом, разработан катализатор, который по активности не уступает промышленным НТК-4 и СНМ-У, прочность КОВМФ снижается на меньшую величину.

Выводы

Рассмотренный в данной статье пример использования известных промышленных катализаторов в процессе с большим содержанием пара показал, что для каждого процесса должен быть создан свой катализатор, с учетом особенностей технологических параметров.

Разработанный катализатор, используемый при разложении метанола в водометанольной фракции, приготовленный по аммично-карбонатной технологии, имеет фазовый состав, идентичный катализатору, приготовленному по нитратно-карбонатной технологии. Преимущество аммиачно-карбонатной технологии – в бессточном технологическом цикле, исключающем вредные примеси и отсутствие промывных вод.

Разработанный катализатор очистки водометанольной фракции от метанола в своем составе содержит меньшее количество активного компонента; обладает высокой каталитической активностью, испытания на длительность показали хорошую стабильность в течение 60 ч; катализатор обладает хорошими прочностными характеристиками, необходимыми для процесса, осуществляемого в агрессивной среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Комова З.В., Зайцев А.В., Крейндель А.И., Калиниченко Ф.В.** Образование метанола в конверсии монооксида углерода водяным паром на медьсодержащих катализаторах // Катализ в промышленности 2009. № 4. С. 24–30.

2. **Кузнецов В. В., Шикина Н.В., Исмагилов З. Р., Бренчугина М.В., Буйновский А.С.** Способ каталитического окисления метанола: пат. 2332251 Рос. Фед. № 2006121744/15, заявл. 19.06.2006, опубл. 27.08.2008.

3. **Мурзаков Б.Г., Акопова Г.С., Маркина П.А.** Выделение метилотрофных бактерий из микро-биоценоза метанолсодержащих вод // Газовая промышленность. 2006. № 3. С. 23–27.

4. **Антонюк С.Н., Лапидус А.Л., Казанский В.Б., Якерсон В.И., Ханумян А.А., Голосман Е.З., Нечуговский А.И., Песин О.Ю.** Разложение метанола и водно-метанольной смеси эквимолярного состава на медьцинкцементном катализаторе, промотированном никелем // Кинетика и катализ. Т. 41. 2000. № 6. С. 831–833.

5. **Русаков А.А.** Рентгенография металлов. М.: Атомиздат, 1977. 480 с.

6. **Миркин Л.И.** Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов / Под ред. Я.С. Уманского. М: Физматиздат, 1961. 864 с.

7. **Шаркина В.И., Серегина Л.К., Щанкина В.Г., Фалькевич Г.С., Ростанин Н.Н.** Очистка водометанольной фракции от метанола на промышленном катализаторе НТК-4 // Катализ в промышленности. 2012. № 1. С. 61–64.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:52

Color profile: Disabled
Composite Default screen

 ISSN 2073-8323

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИНЕРТНЫХ КОМПОНЕНТОВ В РАБОЧЕЙ СМЕСИ НА ПРОЦЕСС СГОРАНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ СЖАТИЯ

В.Г. Камалтдинов, канд. техн. наук, доцент (ЮУрГУ, г. Челябинск),
В.А. Марков, д-р техн. наук, профессор кафедры "Теплофизика" Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

Представлена математическая модель процесса сгорания топлива в дизельном двигателе. С помощью разработанной модели выполнены расчетные исследования процесса сгорания гомогенной смеси воздуха и диметилового эфира. По результатам расчета проведен анализ влияния содержания инертных составляющих рабочей смеси на параметры процесса сгорания в дизельном двигателе.

Ключевые слова: дизельный двигатель, HCCI-двигатель, дизельное топливо, природный газ, диметиловый эфир, процесс сгорания.

INFLUENCE OF AIR-FUEL MIXTURE INERT COMPONENTS ON COMBUSTION PROCESS IN COMPRESSION-IGNITION ENGINES

Kamaltdinov V.G., Ph. D. (Eng.), assoc. professor of "Internal combustion engines" department of the South Ural State University,
Markov V.A., D. Sc. (Eng.), professor of "Heat Physics" department of the Bauman Moscow State Technical University

A mathematical model of fuel combustion processes in a diesel engine is presented. Using this model calculation analysis for the combustion process of a homogeneous air-dimethyl ether mixture is carried out. The analysis results have lead to analyzing the influence of air-fuel mixture inert components on the combustion process characteristics in a diesel engine.

Keywords: diesel engine, HCCI engine, diesel fuel, natural gas, dimethyl ether, combustion process.

Одним из основных факторов, предопределяющих направления развития современного двигателестроения, является все более ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [1, 2]. Действующие в настоящее время и прогнозируемые экологические нормативы предполагают резкое уменьшение предельных выбросов токсичных компонентов ОГ уже в ближайшей перспективе. Это заставляет производителей ДВС применять новые, все более сложные системы, позволяющие уменьшить эмиссию вредных выбросов и снизить токсичность ОГ.

Наиболее значимыми газообразными токсичными компонентами ОГ ДВС, вне зависимости от их типа, класса, размерности и конструктивных особенностей, считаются оксиды азота NO_x [3, 4]. В частности, доля NO_x в суммарных токсичных выбросах с ОГ дизелей составляет 30 – 80 % по массе и 60 – 95 % по эквивалентной токсичности [5]. Около 42 % выбросов оксидов азота в атмосферу приходится на автомобильный транспорт [3].

Оксиды азота образуются путем окисления азота, содержащегося в воздушном заряде цилиндра ДВС. В камере сгорания (КС) ДВС химически инертный в нормальных условиях азот при повышенных давлениях и температурах выше 2000 К реагирует с кислородом воздуха с образованием преимущественно монооксида азота NO. При понижении температуры в процессе расширения ниже 650 – 700 К монооксид азота NO активно окисляется до диоксида NO_2. На большинстве эксплуатационных режимов быстроходных дизелей температура ОГ, как правило, выше указанных значений, поэтому из оксидов азота NO_x, содержащихся в ОГ дизелей, 80 – 90 % объема приходится на монооксид NO и 10 – 20 % – на диоксид NO_2. Содержание других газообразных оксидов азота (N_2O, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5) в ОГ ничтожно мало [2]. Монооксид азота является нестабильным компонентом. В атмосфере при нормальных условиях он окисляет-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:53

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ся до NO_2 в течение от 0,5 – 1 до 100 ч (в зависимости от концентрации в воздухе). Причем, токсичность NO_2 в 7 раз выше токсичности NO.

Поскольку образование монооксида азота в КС происходит с поглощением теплоты, определяющее влияние на эмиссию NO с ОГ оказывает температура сгорания. Причем, наибольшая концентрация NO имеет место в локальных зонах КС с низкими коэффициентами избытка воздуха α и максимальными температурами сгорания (локальные температуры газов в КС дизелей достигают 2800 К, а в КС двигателей с принудительным воспламенением – 3000 К). Поэтому эффективным средством снижения выбросов оксидов азота в атмосферу является реализация мероприятий, направленных на снижение максимальных температур в КС ДВС. К этим мероприятиям относится и рециркуляция ОГ [2].

В настоящее время рециркуляция ОГ рассматривается в качестве одного из наиболее эффективных методов снижения выбросов оксидов азота с отработавшими газами ДВС. При реализации рециркуляции ОГ в цилиндры двигателя вводятся инертные компоненты (газы), замедляющие скорость сгорания и, соответственно, снижающие максимальные локальные температуры. В качестве этих инертных газов используется часть ОГ, которая подается из выпускной системы двигателя на впуск. При этом основными инертными компонентами ОГ являются азот, углекислый газ (диоксид углерода) и водяной пар. Содержание углекислого газа и паров воды в ОГ дизелей достигает соответственно 12 и 9 % (по массе). Концентрация азота в ОГ изменяется в пределах от 74 до 78 %, а содержание кислорода колеблется от 2 до 18 % (состав воздуха: азот – около 78 %, кислород – около 21 %, угле кислый газ – 0,03 – 0,04 %, аргон, водород и другие инертные газы – примерно 0,94 %) [2]. Таким образом, ОГ дизелей содержат существенно меньше кислорода и существенно большее количество инертных компонентов по сравнению с атмосферным воздухом.

Для перспективных двигателей с воспламенением от сжатия, работающих на гомогенной рабочей смеси, т.е. при реализации рабочего цикла HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition), в России и за рубежом выполнен целый ряд исследований по математическому и экспериментальному моделированию рабочего процесса, в том числе с рециркуляцией ОГ [6 – 13]. Однако вопрос о влиянии содержания инертных компонентов в рабочей смеси на процесс сгорания, вообще, и на показатели HCCI двигателей, в частности, остается недостаточно изученным. Одной из причин этого является отсутствие в применяемых математических моделях количественной оценки содержания данных компонентов в горючей смеси.

Для проведения такого аналитического исследования использована математическая модель сгорания топлива в ДВС, основанная на основных положениях, подробно описанных в работах [14 – 16]. Предложенная математическая модель отличается от известных тем, что позволяет количественно оценить влияние на скорость сгорания не только снижения содержания кислорода, но и увеличения содержания инертных компонентов, что имеет место в реальном процессе сгорания.

Согласно принятой схеме процесса сгорания топлива в ДВС его скорость о пределяется по выражению:

$$w = \frac{dN}{d\tau} = \frac{Z_E}{\tau_y}, \qquad (1)$$

где dN – изменение количества вещества в результате реакции; $d\tau$ – интервал времени; Z_E – количество активных молекул топлива, энергия которых выше энергии активации, составляющих группу одновременно реагирующих молекул; τ_y – условная продолжительность реакции окисления группы активных молекул топлива. Количество активных молекул топлива определяется по известному закону Аррениуса

$$Z_E = Z_T e^{-\frac{E_A}{RT}}, \qquad (2)$$

где Z_T – общее количество молекул топлива в рассматриваемом объеме V цилиндра двигателя; E_A – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; T – температура смеси. Условную продолжительность реакции окисления группы активных молекул топлива τ_y – предложено определять по выражению:

$$\tau_y = \frac{Z_T}{\mathrm{const} K_1 K_2 V C_T^p C_{O_2}^q} = \frac{V}{\mathrm{const} K_1 K_2 Z_T^{p-1} Z_{O_2}^q}, \qquad (3)$$

где const – константа, учитывающая количество активных соударений молекул реагирующих веществ в единицу времени в единице объема; K_1 – коэффициент реакционной активности кислорода, учитывающий влияние инертных составляющих рабочего тела (азота и продуктов сгорания); K_2 – коэффициент, учитывающий турбулентность внутри камеры сгорания, $K_2 \geq 1$; $C_T = Z_T / V$ и $C_{O_2} = Z_{O_2} / V$ – концентрации всех молекул топлива Z_T и кислорода Z_{O_2} в объеме V соответственно; p, q – показатели степени, причем $p + q = n$ – кинетический порядок реакции, $n = 2$.

Таким образом, для получения численного значения скорости сгорания в любой момент времени достаточно определить количество активных, одновременно реагирующих молекул топлива и разделить его на условную продолжительность реакции их окисления.

Коэффициент реакционной активности кислорода K_1 определяется из выражения, полученного на основании анализа зависимости периода задержки воспламенения (ПЗВ) τ_i топлива [17] от концентра-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:53

Color profile: Disabled
Composite Default screen

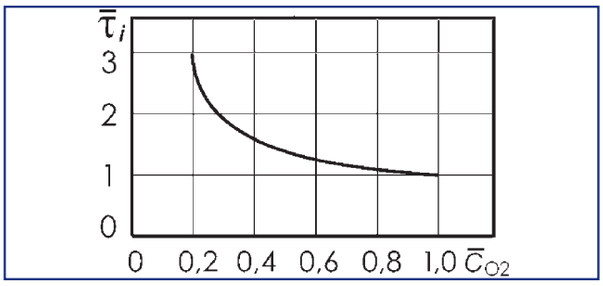


Рис. 1. *Влияние концентрации кислорода в окислителе на относительную величину периода задержки воспламенения [17]*

ции кислорода в окислителе C_{O_2}, представленной на рис. 1:

$$K_1 = 1 - \left(1 - \frac{Z_{O_2}}{Z_{O_2} + Z_{N_2} + Z_{CO_2} + Z_{H_2O} + Z_{CO}}\right)^6, \quad (4)$$

где $Z_{N_2}, Z_{CO_2}, Z_{H_2O}$ и Z_{CO} – соответственно количества молекул азота, диоксида углерода, воды и оксида углерода в расчетном объеме *V*.

Коэффициент турбулентности K_2 введен для моделирования влияния скорости движения горючей смеси на процесс ее сгорания. При моделировании *HCCI* процесса сгорания принималось $K_2 = 1$.

С помощью разработанной модели выполнены расчетные исследования процесса сгорания гомогенной воздушной смеси диметилового эфира (ДМЭ) при объемном ее самовоспламенении в КС постоянного объема при следующих начальных условиях: давление $p = 1{,}5$ МПа, температура $T = 700$ К, цикловая подача ДМЭ $0{,}053 \cdot 10^{-3}$ кг. Коэффициент остаточных газов $\gamma_{ост}$ изменялся от 0 до 0,5. Объем смеси соответствовал объему камеры сгорания *HCCI* двигателя на базе 4ЧН13/15 производства ООО "ЧТЗ-Уралтрак" при геометрической степени сжатия $\varepsilon = 14$. Постоянный объем камеры сгорания принимался для исключения влияния на процесс сгорания поджатия или расширения смеси в результате движения поршня.

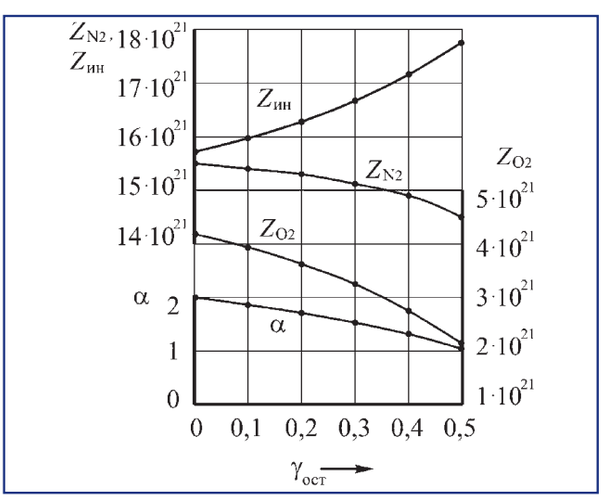


Рис. 2. *Влияние коэффициента остаточных газов на начальный состав воздушной смеси ДМЭ в КС постоянного объема при p = 1,5 МПа, T = 700 К*

Изменение начального состава рабочей смеси в зависимости от коэффициента остаточных газов представлено на рис. 2. Здесь видно, что при увеличении $\gamma_{ост}$ от 0 до 0,5 уменьшается начальное количество молекул кислорода в смеси от $4{,}18 \cdot 10^{21}$ до $2{,}15 \cdot 10^{21}$ (в 1,94 раза) и, соответственно, коэффициент избытка воздуха $\alpha_в$ в пересчете на кислород также снижается в 1,94 раза. Количество молекул инертных компонентов при этом увеличивается в 1,13 раза (от $15{,}57 \cdot 10^{21}$ до $17{,}75 \cdot 10^{21}$). Количество молекул азота, наоборот, уменьшается в 1,06 раза. Причем, если при $\gamma_{ост} = 0$ количество молекул инертных компонентов превышает количество молекул кислорода в 3,76 раза, то при $\gamma_{ост} = 0{,}5$ превышение достигает 8,26 раз.

В процессе сгорания количество молекул кислорода уменьшается от $4{,}18 \cdot 10^{21}$ до $2{,}45 \cdot 10^{21}$ (на $1{,}73 \cdot 10^{21}$ или в ~1,71 раза) (рис. 3) [16]. В то же время количество молекул инертных компонентов увеличивается на большую величину – $3 \cdot 10^{21}$ (на $1{,}2 \cdot 10^{21}$ за счет диоксида углерода и на $1{,}8 \cdot 10^{21}$ за счет воды). С учетом первоначального количества молекул азота и аргона ($1{,}57 \cdot 10^{22}$) увеличение составляет 19 %. В связи с этим с помощью разработанной модели исследованы закономерности влияния на процесс сгорания степени рециркуляции ОГ вообще и содержания инертных компонентов в частности.

По результатам расчетов скорости сгорания, описываемой выражением (1), с учетом влияния инертных составляющих рабочего тела коэффициентом реакционной активности кислорода K_1, получаемого по выражению (4) и без его учета ($K_1 = 1$) построены графики при различных коэффициентах остаточных газов (рис. 4, *а*). В случае исключения влияния инертных компонентов на условную продолжительность

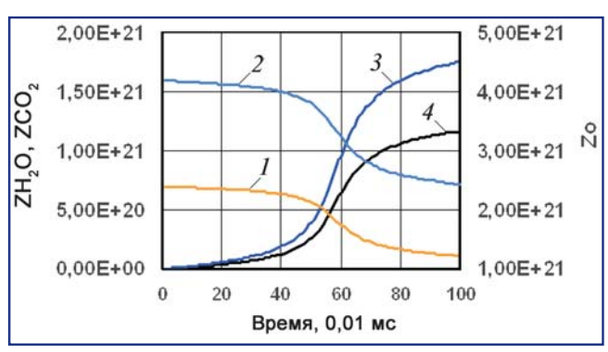


Рис. 3. *Изменение в процессе сгорания воздушной смеси ДМЭ количества молекул топлива Z_T (1) кислорода Z_{O_2} (2), воды Z_{H_2O} (3) и диоксида углерода Z_{CO_2} (4) в КС постоянного объема при $\alpha_в = 2{,}0$, p = 1,5 МПа, T = 700 К, $\gamma_{ост} = 0$, $K_1 = \text{var}$ (рис. 6, а) [16]*

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:29:57

Color profile: Disabled
Composite Default screen

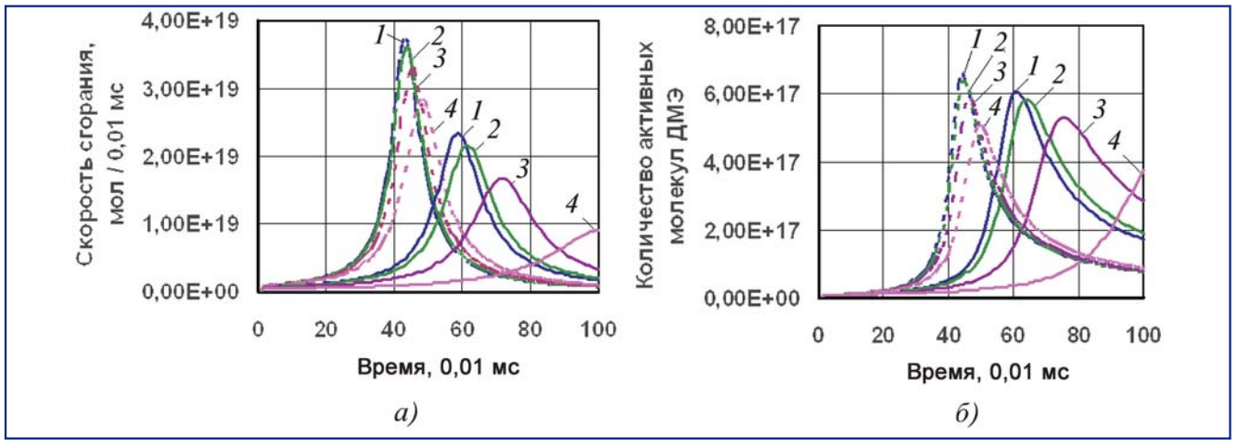


Рис. 4. *Результаты расчета сгорания воздушной смеси ДМЭ в КС постоянного объема:*
p = 1,5 МПа, T = 700 К; *а* – изменение скорости сгорания ДМЭ; *б* – изменение количества активных молекул ДМЭ; *1* – $\gamma_{ост} = 0$; *2* – $\gamma_{ост} = 0{,}1$; *3* – $\gamma_{ост} = 0{,}3$; *4* – $\gamma_{ост} = 0{,}5$; сплошные линии – $K_1 = \text{var}$ (рис. 6, *а*), пунктирные линии – $K_1 = 1$

реакции окисления $\tau_у$ в соответствии с выражением (3) ($K_1 = 1$) максимальные значения скорости сгорания и моменты ее достижения изменяются незначительно (пунктирные линии на рис. 4, *а*). А при одновременном учете влияния реагирующих и инертных компонентов с помощью коэффициента K_1 получено существенное замедление процесса сгорания (сплошные линии на рис. 4, *а*). В случае отсутствия остаточных газов максимальная скорость сгорания (в расчете на 0,01 мс) уменьшилась в 1,59 раза (с $3{,}73 \cdot 10^{19}$ до $2{,}34 \cdot 10^{19}$ мол/0,01 мс) в сравнении с расчетами при $K_1 = 1$. А момент ее достижения стал позже на 0,16 с или в 1,37 раза. При повышении количества остаточных газов отличия в величине и времени достижения максимальной скорости сгорания становятся еще больше. При $\gamma_{ост} = 0{,}3$ и 0,5 максимальная скорость сгорания снижается в 2 и 3,08 раз соответственно, а время увеличивается на 0,26 с и 0,53 с или в 1,58 и 2,1 раза соответственно.

Для выяснения причины снижения скорости сгорания согласно выражению (1) проанализированы закономерности изменения количества активных молекул топлива Z_E и условной продолжительности реакции их окисления $\tau_у$, вычисляемые по выражениям (2) и (3). Увеличение содержания остаточных газов в рабочей смеси при $K_1 = 1$ приводит к некоторому уменьшению текущего количества активных молекул топлива (пунктирные линии на рис. 4, *б*). Однако при учете влияния инертных компонентов коэффициентом реакционной активности кислорода ($K_1 = \text{var}$) текущее количество активных молекул и особенно момент достижения его максимума изменяются значительно больше (сплошные линии на рис. 4, *б*). Согласно уравнению (2) в начальной фазе сгорания увеличение количества активных молекул Z_E согласуется с ростом температуры смеси, например: при $\gamma_{ост} = 0$ (рис. 5, *б*). В дальнейшем по мере выгорания ДМЭ (уменьшения Z_T) количество его активных молекул снижается, несмотря на продолжающийся рост температуры. Без учета инертных компонентов ($K_1 = 1$) за счет большей интенсивности тепловыделения давление и температура в КС возрастают быстрее и до более высокого уровня (соответственно до 4,5 МПа против 4,25 МПа и до 2041 К против 1944 К за $1 \cdot 10^{-3}$ с) (рис. 5).

По результатам расчетов построены графики изменения коэффициента реакционной активности кислорода и условной продолжительности окисления активных молекул ДМЭ при различных коэффициентах остаточных газов (рис. 6).

Без учета влияния инертных компонентов ($K_1 = 1$) условная продолжительность окисления активных молекул топлива (пунктирные линии) в период задержки воспламенения на 26 % меньше, чем при учете влияния (сплошные линии) (рис. 6, *б*). Это приводит к повышению частоты образования и окисления активных молекул топлива, и соответственно, увеличению скорости сгорания ДМЭ в начальный период продолжительностью 0,4 мс. Применение коэффициента K_1 позволяет моделировать замедление образования и продолжительности окисления активных молекул топлива в процессе сгорания по мере изменения состава горючей смеси (снижения содержания кислорода и увеличения содержания инертных компонентов) при различных коэффициентах остаточных газов. Например: в случае отсутствия остаточных газов ($\gamma_{ост} = 0$) начальное значение коэффициента реакционной активности кислорода K_1 в течение продолжительности сгорания 1 мс уменьшается от 0,757 до 0,52, т.е. в 1,46 раза (рис. 6, *а*). Что увеличивает условную продолжительность окисления активных молекул топлива по сравнению с отсутствием инертных компонентов в 1,32 раза в начале сгорания и в 1,92 раза в конце процесса сгорания (на рис. 6, *б* окончание сгорания при $K_1 = \text{var}$ не показано).

В результате условная продолжительность реакции окисления активных молекул топлива, опреде-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 ˚. 11:30:04

Color profile: Disabled
Composite Default screen

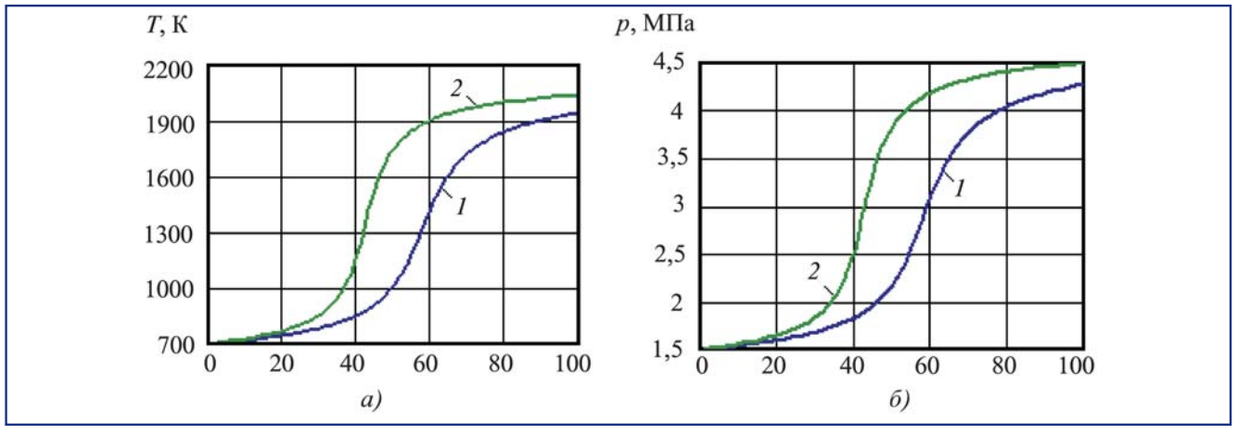


Рис. 5. *Результаты расчета сгорания воздушной смеси ДМЭ в КС постоянного объема:* $\alpha_в = 2{,}0$, p = 1,5 МПа, T = 700 К, $\gamma_{ост} = 0$; *а* – изменение давления; *б* – изменение температуры; *1* – K_1 = var (рис. 6, *а*); *2* – $K_1 = 1$

ленная с учетом коэффициента K_1, не только больше на 26 % в ПЗВ, но и в процессе сгорания увеличивается быстрее, чем без учета инертных компонентов (рис. 6, *б*). При максимальном исследованном коэффициенте остаточных газов 0,5 коэффициент реакционной активности кислорода K_1 уменьшается от начального значения 0,496 до менее 0,1, т.е. более чем в 5 раз (на рис. 6, *а* окончание сгорания не показано). Это приводит к значительному затормаживанию процесса сгорания, несмотря на обогащение смеси до $\alpha_в$ = 1,03 (рис. 2).

После достижения максимального значения скорость сгорания снижается (рис. 4, *а*), как в случае учета влияния инертных компонентов коэффициентом K_1 (K_1 = var на рис. 6, *а*), так и без его учета (K_1 = 1). Это происходит вследствие увеличения условной продолжительности реакции окисления активных молекул топлива $\tau_у$ (рис. 6, *б*) и снижения количества активных молекул ДМЭ (рис. 4, *б*), несмотря на продолжающийся рост температуры (рис. 5, *б*).

Таким образом, введение коэффициента реакционной активности кислорода K_1 в выражение для определения условной продолжительности реакции окисления активных молекул топлива $\tau_у$ позволило корректировать количество активных соударений молекул реагирующих веществ (в единицу времени в единице объема) за счет увеличения количества инертных молекул, образующихся в процессе сгорания. В результате расчетный процесс сгорания при учете влияния инертных компонентов стал более "мягким" и протяженным во времени, например: при $\gamma_{ост} = 0$ расчетный максимум скорости сгорания уменьшился по величине в ~1,6 раза и сместился по времени на ~37 %.

Обобщенные результаты влияния коэффициента остаточных газов на показатели процесса сгорания

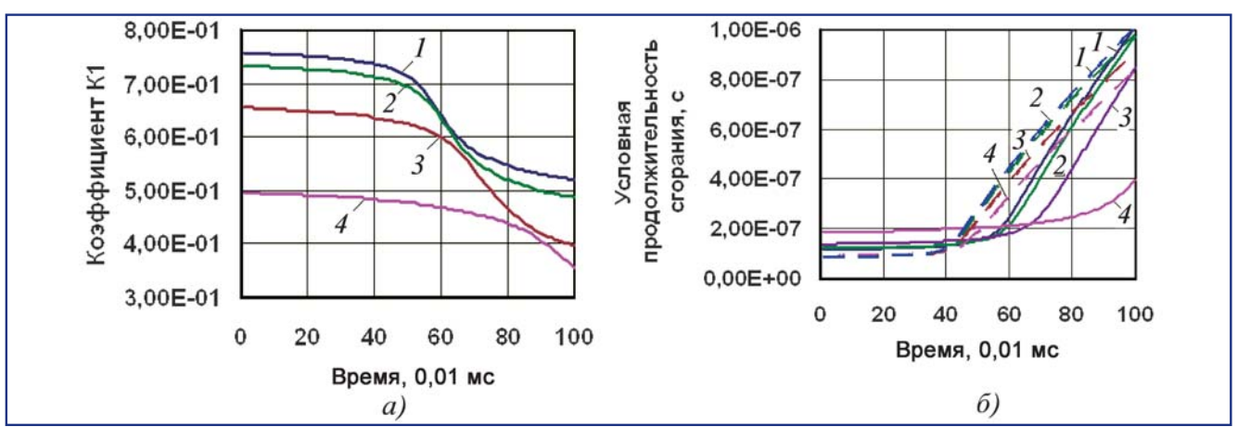


Рис. 6. *Результаты расчета сгорания воздушной смеси ДМЭ в КС постоянного объема: p = 1,5 МПа, T = 700 К:* *а* – изменение коэффициента реакционной активности кислорода K_1; *б* – изменение условной продолжительности окисления активных молекул ДМЭ $\tau_у$: *1* – $\gamma_{ост} = 0$; *2* – $\gamma_{ост} = 0{,}1$; *3* – $\gamma_{ост} = 0{,}3$; *4* – $\gamma_{ост} = 0{,}5$; сплошные линии – K_1 = var, пунктирные линии – $K_1 = 1$

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:16

Color profile: Disabled
Composite Default screen

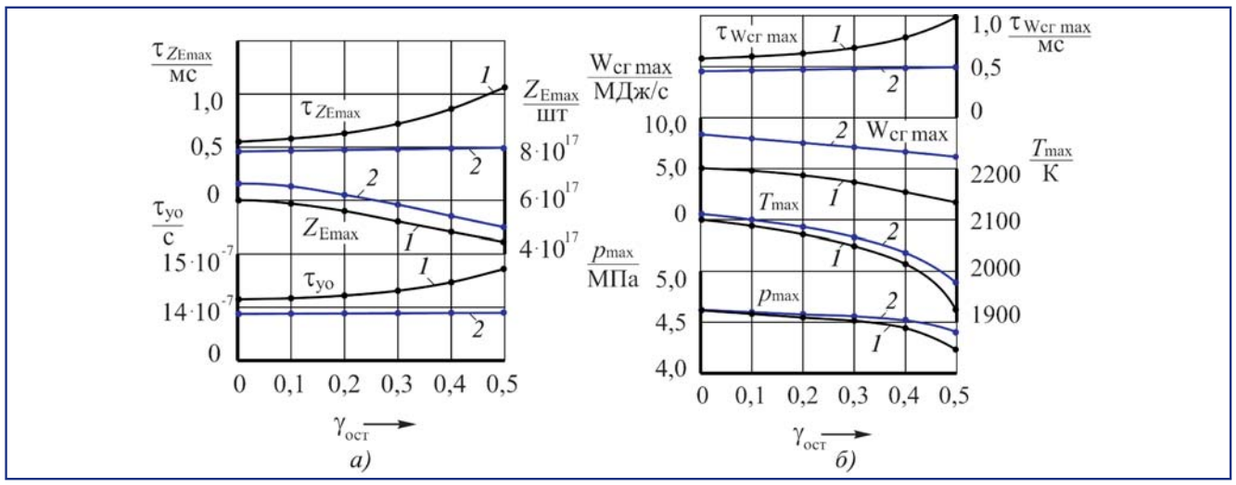


Рис. 7. *Влияние коэффициента остаточных газов $\gamma_{ост}$ на составляющие скорости сгорания (а) и показатели процесса сгорания (б):*

1 – K_1 = var (рис. 6, *а*); *2* – K_1 =1; начальный состав смеси соответствует рис. 2

гомогенной воздушной смеси ДМЭ в КС постоянного объема приведены на рис. 7. Здесь видно, что с увеличением коэффициента остаточных газов $\gamma_{ост}$ максимальные значения скорости сгорания, количества активных молекул топлива, а также давления и температуры в КС уменьшаются, а временные параметры (условная продолжительность окисления активных молекул топлива и моменты достижения максимальной скорости сгорания и максимального количества активных молекул топлива), наоборот, увеличиваются. Учет влияния инертных компонентов коэффициентом реакционной активности кислорода K_1 сделал зависимость этих параметров от содержания остаточных газов в горючей смеси более выраженной, что согласуется с известными данными об их влиянии на процессы воспламенения и сгорания [17].

Эффективность нового подхода моделирования влияния инертных компонентов горючей смеси на параметры процесса сгорания двигателя с воспламенением от сжатия показана на примере расчета рабочего цикла HCCI двигателя при увеличении коэффициента остаточных газов $\gamma_{ост}$ от 0 до 0,3.

Расчетные исследования выполнены применительно к перспективному HCCI-двигателю, конвертированному из дизеля 4Ч13/15 ООО "ЧТЗ-Уралтрак", который должен отвечать экологическим требованиям Евро-4 и Tier-4. Частота вращения коленчатого вала принималась 2100 мин$^{-1}$. Температура рабочего тела в начале сжатия T_a изменялась от 350 К до 370 К. В качестве топлива использовалось экологически чистое смесевое топливо, состоящее из ДМЭ (цикловая подача $1{,}62\cdot10^{-5}$ кг) и природного газа (цикловая подача $4{,}38\cdot10^{-5}$ кг) [18].

Увеличение коэффициента остаточных газов от 0 до 0,3 приводит к уменьшению содержания кислорода и увеличению количества молекул инертных компонентов в горючей смеси, например: при T_a = 370 К это изменение составляет $1{,}604\cdot10^{21}$ (~21 %) и $1{,}576\cdot10^{21}$ (~5 %) соответственно. Это снижает суммарный коэффициент избытка воздуха $\alpha_{см}$ на ~29 % (рис. 8, *а*). В результате процесс воспламенения замедляется вплоть до полного прекращения, и угол максимальной скорости сгорания $\alpha_{Wcr\ max}$ перемещается на линию расширения. Это приводит к соответствующему уменьшению максимальных значений давления, температуры и скорости нарастания давления $W_{p\ max}$. При более высоких температурах в начале сжатия (360 К и 370 К) процесс воспламенения происходит интенсивнее, а максимальные давление и температура возрастают.

Анализ результатов расчета показал, что отрицательное влияние уменьшения содержания кислорода и увеличения количества молекул инертных компонентов в горючей смеси можно компенсировать повышением температуры в начале сжатия до получения оптимальных величин угла максимальной скорости сгорания $\alpha_{Wcr\ max}$, при которых достигаются наилучшие индикаторные показатели (рис. 8, *б*) [18]. Однако это приводит к снижению плотности свежего заряда и соответственному уменьшению общего количества молекул рабочего тела в цилиндре на $2{,}4\cdot10^{21}$ или на 5,9 % (при $\gamma_{ост}$ =0,3). Из них основное снижение приходится на количество молекул кислорода – на $2{,}11\cdot10^{21}$ или на 25,9 % (от $8{,}16\cdot10^{21}$ до $6{,}05\cdot10^{21}$), что согласно выражению (3) увеличивает условную продолжительность реакции окисления активных молекул топлива. В то же время количество молекул инертных компонентов уменьшается всего на $0{,}35\cdot10^{21}$ или на 1,14 %. В результате доля молекул кислорода в рабочем теле в начале сжатия снижается с 0,201 до 0,158 (на 21,4 %), а доля молекул инертных компонентов соответственно увеличивается с 0,756 до 0,794 (на 5,0 %). Это соответствует снижению на-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 ˚. 11:30:24

Color profile: Disabled
Composite Default screen

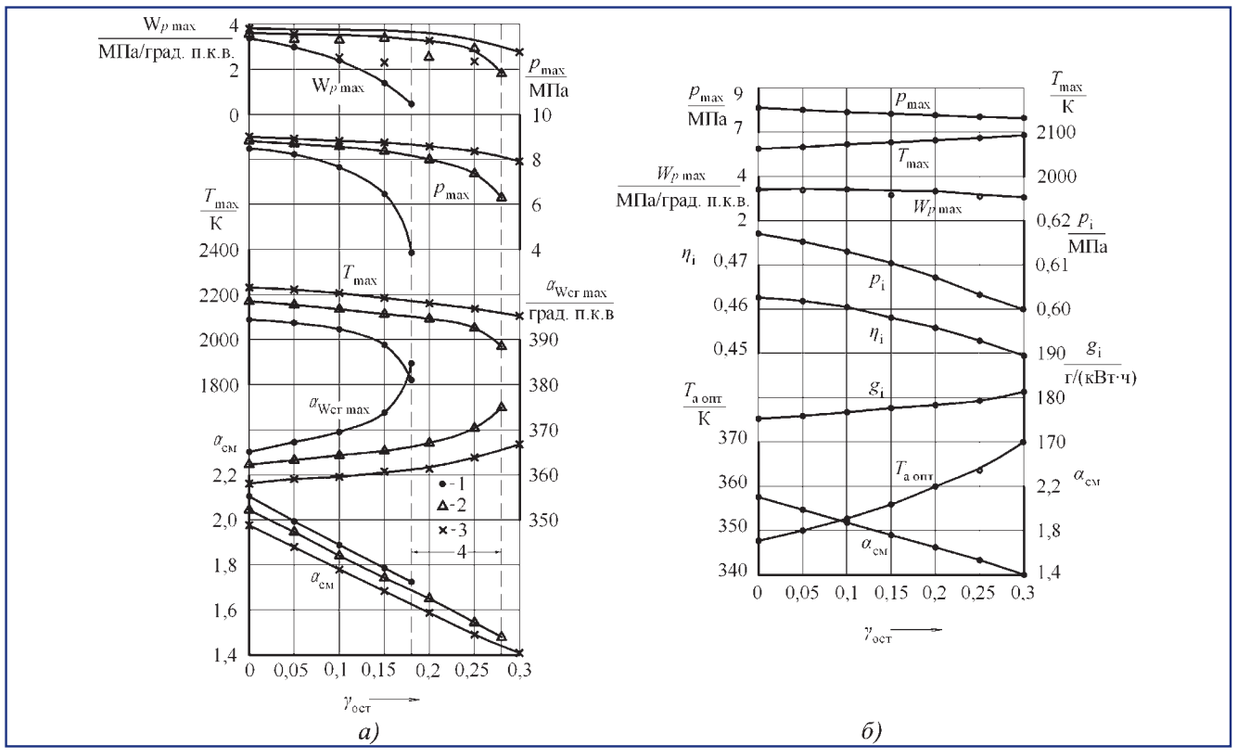


Рис. 8. *Влияние коэффициента остаточных газов* $\gamma_{ост}$ *на состав рабочего тела, показатели процесса сгорания (а) и на индикаторные показатели рабочего цикла при оптимальной температуре в начале сжатия (б):*
1 – T_a = 350 К; *2* – T_a = 360 К; *3* – T_a = 370 К; *4* – граница стабильного воспламенения [18]

чального значения коэффициента реакционной активности кислорода K_1 от 0,756 до 0,663 (на 12,3 %) и увеличению условной продолжительности окисления активных молекул каждого топлива. То есть учет влияния инертных компонентов в рабочей смеси на процессы ее воспламенения и сгорания в HCCI двигателе через коэффициент K_1 дает снижение начальной скорости сгорания в 1,32 раза при отсутствии остаточных газов и в 1,51 раз при $\gamma_{ост}$ = 0,3.

В процессе сгорания величина этого коэффициента еще уменьшается до 0,498 (в 1,52 раза при $\gamma_{ост}$ =0) и до 0,312 (2,13 раза при $\gamma_{ост}$ = 0,3). Это означает, что инертные компоненты в процессе сгорания значительно снижают реакционную активность кислорода и скорость сгорания топлива. Вследствие этого при увеличении коэффициента остаточных газов и постоянной температуре в начале сжатия показатели процесса сгорания ухудшаются (рис. 8, *а*).

Одновременное повышение температуры на впуске существенно увеличивает температуру конца сжатия и количество активных молекул топлива и интенсифицирует процессы воспламенения и сгорания, что позволяет снизить отрицательное влияние загазованности рабочего тела продуктами сгорания на индикаторные показатели рабочего цикла (рис. 8, *б*). В результате стабилизации угла максимальной скорости сгорания $\alpha_{Wcr\,max}$ на уровне 366...367 град. п.к.в. максимальные давления и скорости его нарастания по мере увеличения коэффициента остаточных газов $\gamma_{ост}$ от 0 до 0,3 уменьшаются незначительно, а максимальные температуры несколько увеличиваются (рис. 8, *б*). Ухудшение индикаторных показателей в этом случае составляет около 2,9 % [19].

На основании приведенного анализа результатов расчетных исследований влияния инертных компонентов на процесс сгорания ДМЭ в КС постоянного объема и двухкомпонентного топлива (ДМЭ и метана) HCCI двигателя, работающего на смеси природного газа и ДМЭ, сделаны следующие выводы.

1. Применение коэффициента реакционной активности кислорода K_1 позволяет моделировать замедление образования и продолжительности окисления активных молекул топлива при балластировке окислителя азотом, а также в процессе сгорания по мере изменения состава горючей смеси при различных коэффициентах остаточных газов.

2. В процессе сгорания ДМЭ в КС постоянного объема при отсутствии остаточных газов коэффициент реакционной активности кислорода снижается от 0,757 до 0,52, то есть в 1,46 раза. Это приводит к уменьшению расчетной скорости сгорания только под действием инертных компонентов в начальный период в 1,32 раза, а в конце сгорания в 1,92 раза.

3. Увеличение содержания инертных компонентов в горючей смеси при повышении коэффициента остаточных газов в КС постоянного объема от 0 до 0,5 приводит к замедлению развития процесса сгорания ДМЭ, снижению максимальной скорости сгорания и

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:25

Color profile: Disabled
Composite Default screen

более позднему по времени ее достижению. Основными причинами этого являются уменьшение начального количества молекул кислорода (в 1,94 раза) и снижение начальной реакционной активности кислорода еще в 1,53 раза.

4. Увеличение коэффициента остаточных газов в HCCI двигателе от 0 до 0,3 при постоянной температуре в начале сжатия приводит к уменьшению количества молекул кислорода на ~21 % и увеличению количества молекул инертных компонентов на ~5 %. В результате процесс воспламенения замедляется вплоть до полного прекращения. Индикаторные показатели рабочего цикла при этом ухудшаются.

5. Отрицательное влияние остаточных газов можно компенсировать соответствующим повышением температуры в начале сжатия от 350 до 370 K. В результате, несмотря на снижение начального значения коэффициента реакционной активности кислорода на 12,3 % и пропорциональному увеличению условной продолжительности окисления активных молекул топлива, количество активных молекул топлива и скорость его сгорания увеличиваются. Ухудшение индикаторных показателей в этом случае сокращается до 2,9 %.

6. Разработанная математическая модель влияния инертных компонентов горючей смеси на процесс сгорания полнее отражает физику процесса на различных эксплуатационных режимах, что позволит исследовать возможные способы воздействия на него с целью уменьшения эмиссии вредных выбросов и снижения токсичности ОГ в двигателях с воспламенением от сжатия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А.** Топливная аппаратура и системы управления дизелей. Учебник для вузов. М.: Изд-во “Легион-Автодата”. 2005. 344 с.

2. **Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.** Токсичность отработавших газов дизелей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. 376 с.

3. **Работа дизелей** на нетрадиционных топливах: Учебн. пособ. // В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов и др.: Изд-во “Легион-Автодата”. 2008. 464 с.

4. **Kind W., Jacob E., Muller W.** NO_x – Verminderung bei Dieselmotoren // MTZ. 2001. Jg. 62. № 1. S. 70–78.

5. **Смайлис В.И.** Современное состояние и новые проблемы экологии дизелестроения // Двигателестроение. 1991. № 1. С. 3–6.

6. **Yao M., Chen Z., Zheng Z. et al.** Effect of EGR on HCCI Combustion Fuelled with Dimethyl Ether (DME) and Methanol Dual-Fuels // SAE Technical Paper Series. 2005. № 2005-01-3730. P. 1–8.

7. **Zheng Z., Yao M., Chen Z. et al.** Experimental Study on HCCI Combustion of Dimethyl Ether (DME) / Methanol Dual-Fuel // SAE Technical Paper Series. 2004. № 2004-01-2993. P. 1–9.

8. **Zheng Z., Yao M., Wang Y. et al.** Experimental Study on HCCI Combustion Process Fueled with DME // Journal of Combustion Science and Technology. 2003. Vol. 9. № 6. P. 561–565.

9. **Yao M., Zheng Z., Qin J.** Experimental Study on Homogeneous Charge Compression Ignition Combustion with Fuel of Dimethyl Ether and Natural Gas // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. 2006. Vol. 128. № 2. P. 414–420.

10. **Chen Z., Konno M., Oguma M. et al.** Experimental Study of CI Natural-Gas / DME Homogeneous Charge Engine // SAE Technical Paper Series. 2000. № 2000-01-0329. P. 1–10.

11. **Flowers D., Aceves S., Smith R. et al.** HCCI in a CRF Engine: Experiments and Detailed Kinetic Modeling // SAE Technical Paper Series. 2000. № 2000-01-0328. P. 1–13.

12. **Гусаков С.В., Махмуд Мохамед Эль Гобаши Эль Хагар.** Моделирование рабочего процесса поршневого двигателя с самовоспламенением гомогенного заряда // Известия Тульского государственного университета. Автомобильный транспорт. 2003. № 7. С. 173–179.

13. **Гусаков С.В., Махмуд Мохамед Эль Гобаши Эль Хагар.** Алгоритм обработки индикаторных диаграмм при HCCI-процессе на смесевом топливе: диметилэфир – природный газ // Известия Тульского государственного университета. Автомобильный транспорт. 2003. № 7. С. 179–184.

14. **Камалтдинов В.Г.** Новая модель процесса горения топлива в ДВС // Двигателестроение. 2008. № 3 (233). С. 17–20.

15. **Камалтдинов В.Г., Марков В.А.** Влияние температуры огневой поверхности цилиндра на процесс сгорания и показатели рабочего цикла HCCI двигателя // Грузовик. 2010. № 12. С. 38–47.

16. **Kamaltdinov V.** Combustion process modeling in HCCI engine / V. Kamaltdinov // SAE Technical Paper Series. 2011. № 2011-01-1789. P. 1–10.

17. **Дубовкин Н.Ф.** Справочник по теплофизическим свойствам углеводородных топлив и их продуктам сгорания. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962. 288 с.

18. **Камалтдинов В.Г., Марков В.А., Никифоров С.С.** Влияние рециркуляции отработавших газов на процесс сгорания и показатели рабочего цикла HCCI двигателя // Вестник ЮУрГУ. Серия “Машиностроение”. 2011. Вып. 17. № 11 (228). С. 50–56.

19. **Марков В.А., Камалтдинов В.Г., Хрипунов С.А.** Рециркуляция отработавших газов в двигателях с воспламенением от сжатия // Грузовик. 2011. № 6. С. 14–25.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 2013 11:30:25

Color profile: Disabled
Composite Default screen

004.021 51-7 517.977.5 519.248 519.8 519.876.2

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ МНОГОТОПЛИВНЫХ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

А.А. Безродный, к.т.н., начальник службы эксплуатации нефтебазы № 1
ООО "ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефтепродукт", докторант

В работе представлены результаты системного анализа сетей многотопливных автозаправочных и автогазозаправочных станций, а также новые модели и методы построения структур и выбора управляющих воздействий в данных системах, оптимальных по заданным критериям. Обсуждается их применение на предприятиях нефтепродуктообеспечения.

Ключевые слова: многотопливная автозаправочная станция, автогазозаправочная станция, системный анализ сетей.

MULTIFUEL GAS STATION NET RATIONAL BULDING AND AUTOMATIZED CONTROL

Alexei A. Bezrodny, candidate of technical sciences

System analysis of multi-fuel and propane gas station nets and new models and methods to build up optimal structures and control are presented. Their application in petroleum supply is discussed.

Keywords: multi-fuel fi lling station, gas-fi lling station, system analysis of networks.

Введение

Сети автозаправочных станций, предназначенные для отпуска нефтепродуктов конечным потребителям, играют важную роль в обеспечении устойчивого функционирования и развития государства и общества в целом. В этой связи, а также из-за недостаточности ранее созданных моделей и методов для решения современных практических задач проведение исследований в данной сфере является актуальным. Работа посвящена результатам системного анализа, моделирования и решения задач оптимизации структур и управления сетей многотопливных автозаправочных станций.

Содержательное описание, известные работы, постановка задачи

Сети многотопливных автозаправочных (МТАЗС) и автогазозаправочных (АГЗС) станций с точки зрения системного анализа являются сложными системами [8]. Многообразие и разнородность объектов, их взрыво- и пожароопасность, высокая стоимость строительства и длительный срок окупаемости, множество управляющих и управляемых элементов и подсистем, большое число требований, воздействий и ограничений внешней среды и самой системы позволяют получать простые или аналитические решения лишь в частных случаях.

Общая задача состоит в достижении заданных значений показателя K, отражающего технико-экономические характеристики объекта исследования, на временном интервале Δt в условиях G запросов потребителей, возможностей поставщиков, предложений конкурентов, требований законодательства и т.п. путем построения структур S и управлений $\langle C, A, X, U, R\rangle$

$$K(S, \langle C, A, X, U, R\rangle, \Delta t, G) \to \max, \qquad (1)$$

где C – функции управления (сбор, обработка и визуализация данных, идентификация ситуации, подготовка и принятие решений, их исполнение и обратная связь или ОС); A – алгоритмы управления; X – средства управления; U – отношения между средствами управления X.

Исходя из анализа известных работ [4], единая система моделей и методов совершенствования систем обеспечения нефтепродуктами отсутствует. Объем исходных данных для решения задач, как правило, не обеспечивается или его получение

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 1

Краткая характеристика известных работ по сетям автозаправочных станций

АЗС	Сети АЗС	Предприятие НПО
Плитман И.Б., 1960 гг.: "Метод планировочных решений" (АЗС рассматривается как СМО)	Пектемиров Г.А., 1966 г.: "Размещение АЗС в зависимости от интенсивности АТС вдоль а/д"	Работы по изучению объектов данного уровня в 1960–1980-х гг. XX-го столетия в РФ не проводились в связи с отсутствием объекта исследования в его современном понимании
Сощенко Е.М. и др., 1971 г.: "Экономическая оценка эффективности АЗС" (анализ потерь от простоев АТС)	"Волгоград-ГипроНефте-Транс", 1979 г.: "Методика размещения АЗС общего пользования" (оценка работы АТС)	
Кантор Ф.М. и др., 1979 г.: "Методика размещения АЗС в отдельном экономическом районе" (пиковые интенсивности потоков АТС, однопостовые ТРК, влияние УДС не учитывалось)		
Коваленко В.Г., Кантор Ф.М., Хабаров С.Р., 1982 г.: "Расчет АЗС методами теории игр" (переменные и виды структур АЗС основываются на экспертных оценках и натурных наблюдениях)	СНиП 2.05.02-85 "Автодороги" (расстояния между различными АЗС в зависимости от интенсивности потока АТС)	
	"Схема развития АЗС Московской области", 1990 г. (структура сетей АЗС, исходя из потребности АТС в ГСМ)	
Косяк А.Ю., 1998 г.: "Организационно-экономические основы выбора параметров АЗС" (оценка эффективности АЗС как многоканальных СМО методами эконометрики)	Прохоров А.Д., Хабаров А.С., 1992 г.: "Повышение эффективности региональных сетей АЗС" (равноудаленное размещение АЗС по числу АТС)	Зоря Е.И., Прохоров А.Д., 1995 г.: "Нейросетевая экспертная система НПО" (постановка задачи)
	Прохоров А.Д., 1999 г.: "Оценка эффективности сети АЗС" (равномерное распределение АЗС в регионе с использованием экспертных оценок)	Зарнадзе А.А., Цагарели Д.В., 1997 г.: "Модель целостной экономической системы управления НПО" (модель управления с использованием теории множеств и трендов)
	"Временные нормы и правила проектирования г. Москвы" , 1998 г. (потребность мегаполисов в АЗС по данным о числе и пробегах АТС и расходе ГСМ)	
"Градостроительные требования к размещению АЗС всех типов в Московской области", 2001 г. (учет направления движения с приоритетом для населенных пунктов и трасс, расчет размещения АГЗС)	"Методика оценки целесообразности сооружения АЗС на территории г. Москвы", 2000 г. (размещения в зависимости от числа АТС, пробега от мест дислокации и рентабельности объектов сетей АЗС)	Каменова М. и др., 2002 г.: "Внедрение ERP-систем" (процессный подход к управлению предприятиями НПО, АСУ)
Прохоров А.Д., Саркисов В.В., 2003 г.: "Разработка методики формирования корпоративной сети АЗС на автомагистралях" (определение факторов размещения АЗС с использованием экспертных оценок, построение распределений расхода ГСМ по длине а/д и размещение МТАЗС в местах наибольших значений данного показателя)		Широкшина Е.В., 2004 г.: "Автоматизированное нечеткое управление производством и реализацией нефтепродуктов"

экономически нецелесообразно. Во многих случаях описывают системы уровня региона или государства или компоненты АСУ технологическими без должного внимания к сетям МТАЗС. Наконец, не учитываются свойства современных топливораздаточных колонок (ТРК), АСУ, АГЗС и МТАЗС и влияние характеристик улично-дорожных сетей (УДС) и рассматривается простейший поток автотранспортных средств (АТС). Краткая характеристика известных работ представлена в табл. 1, где СМО – система массового обслуживания, а/д – автодорога, НПО – нефтепродуктообеспечение.

Задача в постановке (1) не решается из-за высокой размерности, многообразия и разнородности рассматриваемых процессов и объектов, событий и явлений, нелинейности взаимодействия между ними и недостаточности известных моделей и методов. В этой связи и необходимы системный анализ и создание новых моделей и методов рационального построения и эффективного автоматизированного управления сетями АЗС [2, 5].

Системный анализ, причинно-следственный подход, методология совершенствования АЗС

Объект исследования является сложной территориально-распределенной иерархической системой высокой размерности, повышение эффектив-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ности которой является многокритериальной задачей дискретного нелинейного программирования. Она решается путем декомпозиции, моделирования и синтеза оптимальных структур и управлений.

При декомпозиции выделяются такие уровни иерархии как АЗС, АГЗС и МТАЗС (обслуживание потребителей), сети МТАЗС в узком смысле или комплексы МТАЗС (обеспечение функционирования АЗС) и предприятия НПО, поддерживающие долговременное взаимодействие АЗС со средой. Размерность задачи снижается путем выделения участков с наибольшей достоверностью данных, интерполяции показателей, параметров и характеристик для получения модели всей системы и последовательного уточнения по мере внедрения и развития; свертки критериев, применения методов ветвей и границ, направленного перебора по агрегированным показателям, корреляционного анализа, имитационного моделирования; отсечения вариантов, не имеющих физического смысла и экономической целесообразности.

Отношения между выделенными в результате декомпозиции объектами системы определяются системными закономерностями [10] и моделями предметной области (табл. 1, [4] и т.п.). Несмотря на то, что многие представления в рассматриваемых системах сложились стихийно, временная и генетическая связь между объектами, событиями и явлениями существует. Так как схема "причина – следствие" описывает последовательность событий, предложена [9] и развита для НПО [3] следующая модель: выделяется группа причин, включающая собственно причину и условия ее реализации, и группа следствий как собственно следствие и "его окружение" после взаимодействия; взаимодействие сосредотачивается в ядре причинно-следственной связи, содержащем функции и алгоритмы преобразования и формирования выходных параметров; формализованное описание проводится с помощью алгебры, созданной на базе теории конечных автоматов. Появляется возможность построить управляемую сетевую структуру, доказательно наполненную практическими компонентами. Причинно-следственный подход обеспечивает первоначальные постановки задач и структуру объектов и отношений между ними, уточняемые далее.

Рассматриваемая методология включает взаимоувязанные постановки задач, показатели, модели, методы, информационно-логические схемы и алгоритмы. Каждый объект системы, реализуемый процесс, событие как смена состояния и явление окружающей среды имеют причину, определяющую их возникновение, изменение и связь с иными объектами, процессами, событиями и явлениями. Цели достигаются путем преобразования ресурсов и формирования выходных характеристик в условиях требований вышестоящей системы, воздействий среды и ограничений системы. Процесс достижения целей представляется цепочками взаимосвязанных причинно-следственных комплексов. Следствием решения задач являются изменения среды и системы. В известных ситуациях лицо, принимающее решения (ЛПР), задает наиболее общую интуитивно понятную, известную или теоретически и экспериментально доказанную причинно-следственную связь. Далее проводится декомпозиция ее компонент с использованием моделей теории систем, управления и предметной области вплоть до уровня, где задачи решаются известными методами. Наконец, осуществляется проверка качества внедрения и коррекция результатов. При недостаточности данных для решения задач проводится коррекция модели и последовательное уточнение решений по мере внедрения результатов и развития системы. Информация о системе, среде и результатах моделирования заносится в банк моделей НПО или БД НПО.

Исследовательская часть

Глобальная цель систем нефтепродуктообеспечения и рассматриваемых сетей многотопливных АЗС состоит в получении прибыли путем обслуживания потребителей [7]. Цели, воздействия и ограничения среды и системы образуют последовательность "Потребители" (G_{1v}) $\Rightarrow$ "Конкуренты" (G_{2v}) $\Rightarrow$ "Поставщики" (G_{3v}) $\Rightarrow$ "Внешняя среда" (G_{4v}) (табл. 2).

При определении границ системы к ней присоединяются управляемые элементы, участвующие в достижении целей: экспресс-заправщики жидких моторных топлив (ЖМТ), операторы отпуска сжиженных углеводородных газов (СУГ), ТРК, газовые ТРК (ГТРК). Граница между управляющей и управляемой системами проходит по уровню рабочего персонала и оборудования. Классификация объектов дана в табл. 3, процессов – в табл. 4, где ГНС – газонаполнительная станция; И, М, Ф, Э – элементы, информационных, материальных, финансовых и энергетических потоков ($e, f \in$ {И, М, Ф, Э}).

Отношения целей, процессов и объектов при декомпозиции по подсистемам и группам процессов – поставки, хранения и реализации нефтепродуктов (P_{1-3}), обеспечения и обслуживания (P_4), учета и отчетности (P_5) представлены на рис. 1.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:26

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 2

Воздействия, ограничения и требования G_{uv} среды системы по отношению к G_{Iv}

G_{uv}	Значение	Описание
Система внешней среды "Потребители", G_{Iv}		
Цена, G_{11}	$G_{11\min} < G_{11} < G_{11\max}$	$G_{11\min}$ и $G_{11\max}$ – рыночный интервал цены
Качество, G_{12}	$G_{12}(G_{12}) \in \{G_{st}\}$	$\{G_{st}\}$ – стандарты, обычаи, традиции
Объем, G_{13}	$G_{13}\,(G_{11}, G_{12}) \le G_{13\max}$	$G_{13\max}$ – максимальный объем заявки
Разнообразие, G_{14}	$G_{14} \in \{G_{gr}\}$	$\{G_{gr}\}$ – выделенные группы потребителей
Скорость отпуска, G_{15}	$G_{15\text{мин}} \le G_{15} \le G_{15\text{ср}}$	$G_{15\text{мин}}$ – min и $G_{15\text{ср}}$ – среднее время
Число рекламаций, G_{16}	$0 \le G_{16} \le G_{16\text{ср}}, G_{16}\,(G_{1..4})$	$G_{16\text{ср}}$ – среднее число рекламаций
Время реализации выбора, G_{17}	$(G_{17} + G_{15})_{\text{мин}} \le G_{17} \le (G_{17} + G_{15})_{\text{макс}}$	G_{17} – время от осознания потребности в ГСМ (рациональность сети АЗС)
Система внешней среды "Конкуренты", G_{2v}		
Цена, G_{21}	$G_{21} \le G_{21\text{конк}}$	$G_{21\text{ конк}}$ – цена конкурентов и рынка
Качество, G_{22}	$G_{22} \in \{G_{st}\}, G_{22} \ge G_{22\text{конк}}$	Конкуренты также формируют $\{G_{st}\}$
Объем, G_{23}	$G_{23} \approx G_{13\max} \ge G_{23\text{конк}}$	$G_{23\text{кон}}$ – предложение конкурентов
Разнообразие, G_{24}	$G_{24} \in \{G_{gr}\}, G_{24} > G_{24\text{конк}}$	$G_{24\text{конк}}$ – разнообразие конкурентов
Скорость отпуска, G_{25}	$G_{15\text{мин}} \le G_{25} \le G_{25\text{конк}}$	$G_{25\text{конк}}$ – скорость отпуска конкурентов
Число рекламаций, G_{26}	$0 \le G_{26} \le G_{26\text{конк}}$	$G_{26\text{конк}}$ – рекламации у конкурентов
Время реализации выбора G_{27}	$G_{17} + G_{25\text{мин}} \le G_{27} \le G_{27\text{конк}}$	$G_{27\text{конк}}$ – время от осознания необходимости в ГСМ (рациональность сети конкурентов)
Система внешней среды "Поставщики", G_{3v}		
Цена поставки, G_{31}	$G_{31} + C + R \le G_{21\text{конк}}$	C – издержки, $R_{\text{норма}}$ – рентабельность
Качество, G_{32}	$G_{32} \ge G_{22\text{конк}} \Rightarrow \max$	Превышение уровня конкурентов
Система внешней среды "Поставщики", G_{3v}		
Объем, G_{33}	$G_{33} \approx G_{13\max} \ge G_{23\text{конк}}$	Превышение объема конкурентов
Разнообразие, G_{34}	$G_{34} \ge G_{34\text{конк}} \Rightarrow \max$	Превышение разнообразия конкурентов
Скорость поставки, G_{35}	$G_{35} \le G_{17} < G_{27\text{конк}}$	Своевременное наличие ГСМ
Число рекламаций, G_{36}	$G_{36}(G_{1...4}) \le G_{26}$	Неудовлетворенность потребителей
Гибкость поставки, G_{37}	$\lVert\{G_{37}\}\rVert \Rightarrow \max$	Соответствие изменчивости среды
Система "Макроэкономическое окружение", G_{4v}		
Уровень цен, G_{41}	$G_{41\min} \le G_{41} \le G_{41\max}$	$G_{41\min}$, $G_{41\max}$ – пределы гос. регулирования
Качество, G_{42}	$G_{42} \in \{G_{st}\}, \{G_{42\text{МЭО}}\}$	$G_{42\text{МЭО}}$ – стандарты качества общества
Объем, G_{43}	$G_{43} \le \{G_{43\text{МЭО}}\}$	$\{G_{43\text{МЭО}}\}$ – имеющаяся статистика
Разнообразие, G_{44}	$G_{44} \in \{G_{gr}\} \cap \{G_{st}\}$	Стандарты, нормы, традиции, обычаи
Скорость поставки, G_{45}	$G_{45\min} \le G_{45} \le G_{45\max}$	Эффективности логистики и транспорта
Недостатки сетей, G_{46}	$\{G_{46}\} \not\subset \{G_{46\text{МЭО}}\}$	$\{G_{46\text{МЭО}}\}$ – нарушения права и морали
Скорость отпуска, G_{47}	$G_{47} \Rightarrow G_{17} + G_{25\text{мин}}$	Эффективности сетей обслуживания
Иные ограничения, G_{48}	$G_{48} \in \{G_{\text{МЭО}}\} \cap \{G_{\text{адм}}\} \cap \{G_{\text{П}}\} \cap \{G_K\}$	$\{G_{\text{МЭО}}\}$, $\{G_{\text{адм}}\}$, $\{G_{\text{П}}\}$ и $\{G_K\}$ – иные ограничения, соответственно, среды, управления, потребителей и конкурентов

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 2013 *. 11:30:27

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 3

Классификация объектов сетей МТАЗС

Признаки	Характеристика
N^{α} – функциональные	N^{α}_{1-100} – МТАЗС и АГЗС, нефтебазы, ГНС, пункты услуг и т.п.; $n^{\alpha}_{101-200}$ – резервуары, склады; $n^{\alpha}_{201-300}$ – авто- и железнодорожные цистерны, танкеры, трубопроводы; $n^{\alpha}_{301-500}$ – оборудование АЗС; $n^{\alpha}_{501-600}$ – технологические сети; $n^{\alpha}_{601-700}$ – документооборот; $n^{\alpha}_{701-800}$ – здания, сооружения
N^{β} – качественные	A_0: n^{β}_{A01-40} – ЖМТ, СУГ, товары (М), АСУ (И); A_{ef} : $n^{\beta}_{Aef,\,41-100}$ – оборудование МТАЗС и АГЗС (И, М, Ф); Б: $n^{\beta}_{Б,\,1-100}$ – оборудование услуг (М), связи и учета (И). В: $n^{\beta}_{B,\,1-100}$: склады (М), устройства хранения данных (И)
N^{γ}–пространственные	N^{γ}_{1-100} – системы приема, хранения и отпуска ЖМТ и СУГ ⇒ системы обеспечения и обслуживания ⇒ системы управления
N^{δ} – цикличности	N^{δ}_{1-10} – транзакция, смена, месяц и т.п.; N^{δ}_{11-17} – проект, создание, развитие, нормальный режим, инцидент, авария, деградация, ликвидация

Таблица 4

Классификация процессов в сетях МТАЗС

Признаки	Характеристики
P^{α} – функциональные	$P^{\alpha}_{1,\,2,\,3}$ – поставка, хранение и отпуск ЖМТ и СУГ; P^{α}_{4} – обеспечение и обслуживание; P^{α}_{5-9} – учет и отчетность
P^{β} – качественные	$P^{\beta}_{1-10000}$ – виды моторных топлив, товаров и услуг; $P^{\beta}_{10001-10010}$ – виды оплаты; $P^{\beta}_{10011-10074}$ – данные по иным качественным признакам
P^{γ} – пространственные	P^{γ}_{1-10} – процессы, реализуемые на объектах различных уровней (территория, здания и сооружения, оборудование, АСУ и т.п.)
P^{η} – взаимодействия с внешней средой	P^{η}_{1-1000} – следование воздействиям, ограничениям и требованиям среды и системы
P^{ε} – режим работы	P^{ε}_{1-10} – транзакция, смена, неделя и т.п.; P^{ε}_{11-20} – создание, развитие, нормальный режим, инцидент, авария, деградация, ликвидаций

Из выделенной глобальной цели наиболее общая причинно-следственная связь формулируется как достижение максимального значения показателя K на заданной стадии функционирования системы Ph, путем построения структур S и выбора управляющих воздействий по преобразованию ресурсов w (персонал, знания, финансы, энергия, оборудование, материалы) средствами управления X и объектами управления N в условиях G. Данная задача решается с помощью обобщенного алгоритма, представленного на рис. 2.

При аварии, соответствующей в модели, представленной на рис. 2 состоянию $|K_2 / K_1 - QG_n| > \Delta QG_n$ и $h_k > t_{dG} - \Delta t_{dG,\,П}$, этапы производственного процесса образуют множества состояний $\{S_{ph}\}_a (st = 1...ST_a$, 1 – изменение состояния среды или системы, 2 – отклик на воздействие среды, 3 – коррекция, 4 – последовательность этапов 1 – 3 с ликвидацией последствий аварии или разрушением системы), w_{pr} – зарезервированные и вновь привлекаемые ресурсы, виды технических средств управления X_{2q} – компоненты резервных и вновь создаваемых контуров локализации и ликвидации последствий аварий (справедливо и для инцидентов), виды организационных средств управления X_{1q}, соответствующих адаптивной программно-целевой структуре (для инцидента – адаптивной матричной структуре), информационная система соответствует сетевой структуре и задача управления записывается в виде $F_{pqiphkpruv}: X^{a}_{pq} \times C_i \times S^{a}_{ph} \times H_k \times W^{a}_{pr} \times G_{uv}$. Алгоритм не имеет формального окон-

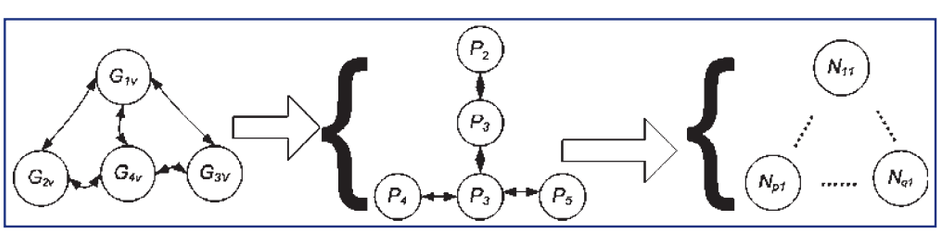


Рис. 1. *Отношения целей, процессов и объектов в сетях многотопливных АЗС*

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:27

Color profile: Disabled
Composite Default screen

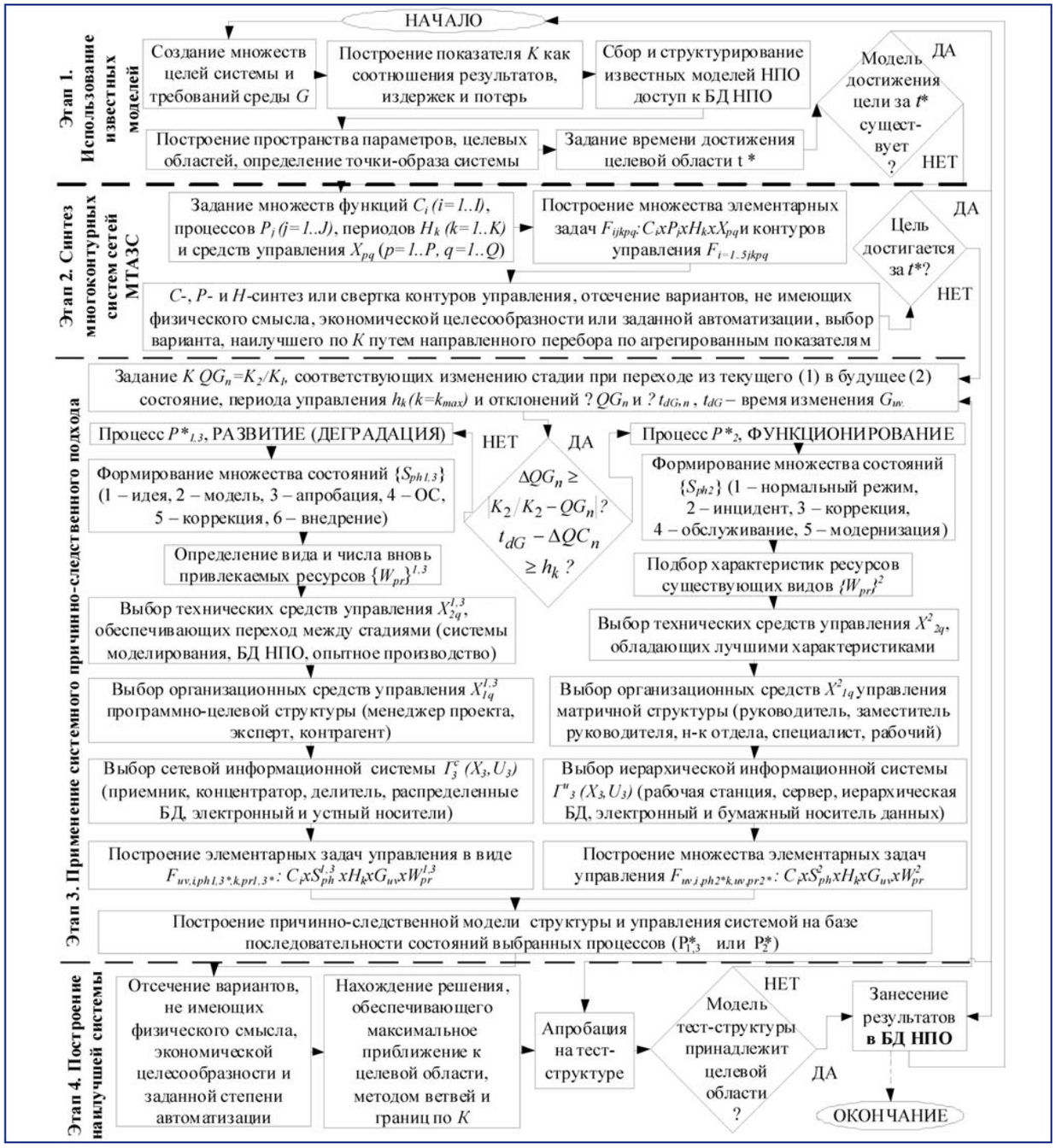


Рис. 2. *Обобщенный алгоритм построения структур и управлений сетями МТАЗС*

чания (переход к соответствующему оператору выделен прерывистой линией), что отражает постоянное уточнение модели при развитии системы и внедрении результатов.

На основе приведенного обобщенного алгоритма сформированы информационно-логические схемы и алгоритмы решения частных задач, выделенных для различных уровней иерархии, видов (построения структур и выбора управляющих воздействий) и периодов управления (рис. 3) [1, 6].

Адекватность моделей, достоверность результатов и обоснованность выводов

Рассматриваемые задачи допускают оптимальное решение лишь в частных случаях полноты моделей системы, в связи с чем в большинстве из них

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 ". 11:30:33

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Рис. 3. *Взаимосвязи информационно-логических схем и алгоритмов рационального построения и автоматизированного управления сетями многотопливных АЗС*

ищутся так называемые наилучшие (субоптимальные) решения с точностью до исходных данных и известных моделей, результаты которых далее уточняются. Под рациональным решением понимается проведение системного анализа и использование подготовленным ЛПР данной методологии.

Так как получение аналитических решений для современных сложных человеко-машинных систем, скорее, невозможно, при решении вопросов их существования, единственности и устойчивости используются следующие основные положения: рассмотрение ограниченных областей определения и значений для реальных систем; интервальность значений параметров, характеристик и показателей как структурная устойчивость и наличие корректирующих воздействий со стороны системы управления при стремлении внешней среды вывести систему из устойчивого состояния; выбор аппроксимирующих функций, удовлетворяющих условиям существования и единственности решений для аналитических функций; отсечение решений, не имеющих физического смысла, экономически нецелесообразных и не допускающих заданную степень автоматизации; использование известных методов решения в частных случаях; последовательное уточнение по мере внедрения и развития.

Общность решения достигается за счет использования причинно-следственного подхода, последовательного снижения размерности, интервальности областей определения и значений и применения моделирующих алгоритмов в виде "ветвящихся деревьев", "разрастающихся" по мере получения новых данных и развития систем и представлений о них. Адекватность положений подтверждается близостью результатов известных и новых моделей, достоверность результатов – статистическими данными за более чем 12-летний период наблюдения, обоснованность выводов – эффективностью опытной эксплуатации систем и успешным многократным применением.

Основные результаты

По результатам системного анализа и применения созданных моделей и методов решены задачи повышения эффективности сетей многотопливных автозаправочных станций.

Разработаны алгоритмы построения оптимальных или наилучших по заданным критериям сетей многотопливных автозаправочных станций с учетом параметров и характеристик потоков автотранспортных средств, улично-дорожных сетей, АЗС, АГЗС и МТАЗС предприятий НПО, эксплуатирующих менее 25 % автозаправочных станций региона [1].

При решении задач повышения эффективности объектов определены параметры эффективных МТАЗС. В Саратовской, Пензенской, Воронежской и Белгородской областях внедрена система технического содержания объектов, в том числе АГЗС, МТАЗС и газонаполнительных станций, с сокращением издержек на 10 %. В г. Волгограде и Саратове открыты учебные центр и класс, где проведена имитация процессов на современных МТАЗС и АГЗС и сформирован комплекс технических средств обучения [6].

Созданы структура и состав автозаправочного и автогазозаправочного оборудования – ТРК, ГТРК, АСУ АЗС, терминалы обслуживания, системы обеспечения безопасности, насосное оборудова-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:36

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ние и т.п. – оптимальные по критериям минимума простоя автотранспортных средств в очередях и топливораздаточных колонок без обслуживания. Разработана и реализована на более чем 40 объектах методика технического перевооружения объектов с минимальным временем остановки обслуживания потребителей.

При применении созданных моделей и методов за счет синтеза оптимальных структур автозаправочного и автогазозаправочного оборудования и систем обслуживания потребителей, а также повышения качества подготовки персонала снижаются очереди автотранспортных средств на МТАЗС и повышается их пропускная способность. При рациональном размещении объектов уменьшаются холостые пробеги транспорта. С помощью эффективной системы управления техническим содержанием объектов обеспечивается минимальное время простоя оборудования при ремонте, новые формы обслуживания позволяют оптимизировать потребление топлива автомобилями предприятий и организаций. Указанные мероприятия создают условия для экономии моторных топлив на автомобильном транспорте до 2,5 %.

Заключение

1. Системы обеспечения нефтепродуктами вносят существенный вклад в развитие экономики страны, в связи с чем и актуально проведение исследований в данной сфере.

2. В этой связи предложена методология рационального построения и непрерывного совершенствования структур сетей автозаправочных станций и эффективного автоматизированного управления процессами и объектами в данных системах (включая АГЗС и МТАЗС), отличающаяся причинно-следственным подходом, совместным анализом и синтезом управляющих и управляемых систем и единством моделей и методов данной предметной области, а также возможностью принятия обоснованных решений при недостаточности данных о системе среды и их взаимодействии для решения задач.

3. Внедрение вновь разработанной методологии позволяет улучшать обслуживание потребителей на автозаправочных, автогазозаправочных и многотопливных автозаправочных станциях, повышать эффективность управления на предприятиях нефтепродуктообеспечения и газоснабжения, совершенствовать региональные и межрегиональные системы обеспечения газо- и нефтепродуктами в целом и создавать условия для экономии топлива на автомобильном транспорте. Тем самым создаются теоретические основы рационального построения и эффективного автоматизированного управления сетями многотопливных автозаправочных станций.

4. Предложенные модели и методы дают возможность разрабатывать и включать в состав систем управления предприятий нефтепродуктообеспечения взаимоувязанные компоненты, повышающие адекватность моделей, достоверность результатов и оперативность принятия решений по построению структур и выбору управляющих воздействий, оптимальных или наилучших по заданным критериям, по неполным и разнородным данным о сетях многотопливных автозаправочных станций и окружающей среде.

5. Методология применяется в сетях МТАЗС и в обслуживающих их подрядных сервисных организациях в четырех регионах средней полосы РФ. Ее основные положения могут быть распространены на сети обслуживания и распределения ресурсов иной природы и предметной области и альтернативные виды топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Безродный А.А.** Алгоритм построения структур управления предприятий нефтепродуктообеспечения / А.А. Безродный // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2009. Т. 15. № 3. С. 516–529.

2. **Безродный А.А.** Методология совершенствования систем нефтепродуктообеспечения / А.А. Безродный // Мехатроника, автоматизация, управление: материалы 7-й науч-техн. конф. СПб.: ОАО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор", 2010. С. 70–73.

3. **Безродный А.А.** Модели комплексов причинно-следственных связей подсистем систем нефтепродуктообеспечения / А.А. Безродный // Актуальные задачи управления социально-экономическими и техническими системами: сб. науч. ст. Саратов: Научная книга, 2008. С. 92–113.

4. **Безродный А.А.** Модели структур и алгоритмы управления автозаправочными станциями / А.А. Безродный, А.Ф. Резчиков. Саратов: СГТУ, 2004. 249 с.

5. **Безродный А.А.** Об автоматизированном управлении системами обеспечения нефтепродуктами / А.А. Безродный // Современная АЗС. 2010. № 6. С. 58–66.

6. **Безродный А.А.** Повышение эффективности управления сетями автозаправочных станций / А.А. Безродный // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион, Технические науки. 2010. № 2. С. 41–51.

7. **Давлетьяров Ф.А.** Нефтепродуктообеспечение / Ф.А. Давлетьяров, Е.И. Зоря, Д.В. Цагарели. М.: ИЦ "Математика". 1998. 662 с.

8. **Прангишвили И.В.** Системный подход и повышение эффективности управления / И.В. Прангишвили; Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова РАН. М.:Наука. 2005. 422 с.

9. **Резчиков А.Ф.** Причинно-следственные комплексы взаимодействий в производственных процессах / А.Ф. Резчиков // Проблемы управления. 2010. № 3. С. 51–59.

10. **Системный анализ** и принятие решений: словарь-справочник / под ред. В.Н. Волковой и др. М.: Высш. шк., 2004. 616 с.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:36

Color profile: Disabled
Composite Default screen

СПИСОК АВТОРОВ РАЗДЕЛА "НАУКА"

Артамонов Евгений Анатольевич, главный инженер, ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва

Малова Ольга Васильевна, ст. науч. сотр. Объединенный институт высоких температур, ОИВТ РАН, г. Москва

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

Панин А.А., технолог, ООО ПНТЦ "ЭОН", г. Москва

Завьялов В.И., руководитель проекта, ОАО "Газпром Промгаз", г. Москва

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

Камалтдинов Вячеслав Гилимянович, канд. техн. наук, доцент кафедры "Двигатели внутреннего сгорания" Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск, тел. 8 951 777 0011

Марков Владимир Анатольевич, д-р техн. наук, профессор кафедры "Теплофизика" Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Тел. 8 917 584 4954, e-mail: markov@power.bmstu.ru

Безродный А.А., к.т.н. начальник службы эксплуатации нефтебазы № 1 ООО "ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефтепродукт", докторант

Artamonov E.A., chief engineer "Gazprom Promgaz", Moscow

Malova O.V., senior research, Joint Institute for High Temperatures, High Temperatures, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Schankina V.G., a post-graduate student, junior research LLC "NIAP-Catalyst", Novomoskovsk, Russia, e-mail: vesat@yandex.ru

Panin A.A., technologist Ltd. PNTTS "EON", Moscow, Russia

Zav'yalov V.I., project manager "Gazprom Promgaz", Moscow, Russia

Menshikov V.V., doctor of technical sciences, professor of "Processes and Equipment of Chemical Technology" MUCTR

Kamaltdinov V.G., Ph. D. (Eng.), assoc. professor of "Internal combustion engines" department of the South Ural State University, Chelyabinsk

Markov V.A., Dr. Sci. (Eng.), professor of "Heat Physics" department of the Bauman Moscow State Technical University, e-mail: markov@power.bmstu.ru

Bezrodny Alexei A., candidate of technical sciences

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие в 4 кн. **Под ред. Д.В. Чернилевского**

2012 г. **552 с.** **ISBN 978-5-94275-602-4**

Кн. 1. Ладогубец Н.В., Лузик Э.В. Теоретическая механика.
Кн. 2. Астанин В.В. Сопротивление материалов.
Кн. 3. Киницкий Я.Т. Основы теории механизмов и машин.
Кн. 4. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы проектирования.

Содержит основные положения, формулы и законы, используемые при изучении курса "Теоретическая механика", включая динамику материальной точки и динамику материальной системы и твердого тела. Изложены основные вопросы расчетов на прочность элементов машин и сооружений. Приведены примеры решения типовых задач. Даны основные понятия и определения курса «Основы теории механизмов и машин», структура и классификация механизмов и машин. Изложены основные сведения о технологических функциях механизмов, их кинематических и силовых возможностях, достоинствах и недостатках.

Для студентов инженерно-технических специальностей высших учебных заведений.

Цена за комплект 1000 р.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку по почте: 107076, г. Москва, Стромынский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru. Информация по тел.: (499) 269-66-00, 269-52-98 и на сайте WWW.MASHIN.RU

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:39

Color profile: Disabled
Composite Default screen

"ГАЗПРОМ" ГОТОВ ПРОЕКТИРОВАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ ЗАПРАВКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В центральном офисе ОАО "Газпром" председатель Совета директоров компании Виктор Зубков провел совещание о перспективах развития рынка газомоторного топлива в сельском хозяйстве и газозаправочной инфраструктуры.

В совещании приняли участие заместитель председателя правления Виталий Маркелов, руководство ООО "Газпром газомоторное топливо", представители Министерства сельского хозяйства и Министерства энергетики Российской Федерации, органов власти Республики Татарстан, Краснодарского и Ставропольского краев, Белгородской, Волгоградской, Воронежской, Ростовской, Оренбургской и Ульяновской областей, производителей сельскохозяйственной продукции и техники, а также ОАО "Росагролизинг", ОАО "Россельхозбанк" и ОАО "Газпромбанк".

От ОАО "КАМАЗ" на совещании принимали участие директор по продажам газобаллонных автомобилей ОАО “КАМАЗ” Руслан Зиатдинов, генеральный директор ООО "РариТЭК" Рафаэль Батыршин, заместитель генерального директора по продажам и развитию ГБА КАМАЗ Альфред Гатиятов.

Рафаэль Батыршин выступил перед участниками совещания с презентацией "Автомобили КАМАЗ, работающие на природном газе. Перспективы развития в сельском хозяйстве", в которой раскрыл потенциал инновационной газобаллонной техники, показал модельный ряд, в том числе для сельского хозяйства, уточнил, что необходим комплексный подход в решении вопроса масштабного внедрения газобаллонных автомобилей КАМАЗ потребителю.

На совещании было отмечено, что "Газпром" проводит масштабную системную работу по развитию рынка газомоторного топлива России. Природный газ в силу своих преимуществ должен иметь гораздо более широкое применение в экономике страны.

Россия обладает уникальным аграрным потенциалом, являясь одним из крупнейших зерносеющих и зерноперерабатывающих регионов мира. Будущее отечественного сельского хозяйства – в использовании высокопроизводительных и высокорентабельных технологий. Совместная работа по расширению использования природного газа как моторного топлива позволит повысить конкурентоспособность российского продовольствия.

В настоящее время порядка 20 % расходов сельскохозяйственных предприятий составляют расходы на топливо. Доля газа не превышает 1 % в общем объеме используемого топлива. При этом использование природного газа значительно экономичнее и экологичнее. Замещение традиционных видов топлива природным газом может в три раза сократить расходы предприятий на горюче-смазочные материалы, снизить уровень вредных выбросов и, соответственно, деградации почвы.

Опыт сельскохозяйственных предприятий, представленный на совещании, показывает, что переоборудование грузовых машин и автобусов для работы на газе снижает стоимость их эксплуатации на треть. Срок окупаемости инвестиций в переоснащение составляет всего 6 – 9 месяцев.

"Мы готовы выделить необходимое финансирование, чтобы в текущем году начать проектирование новых газовых заправок дополнительно к тем, что уже нами запланированы. Это можно сделать на транспортных коридорах перевозки зерна, рядом с крупными предприятиями, которые, как мы видим, готовы покупать газовую технику", – сказал Виктор Зубков.

Целевым ориентиром для "Газпрома" является замещение к 2030 г. 20 % используемого в сельском хо-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:47

Color profile: Disabled
Composite Default screen

зяйстве традиционного топлива газомоторным. Для полного раскрытия потенциала использования газа требуются скоординированные действия всех участников рынка.

В качестве стимулирующих мер была отмечена необходимость продолжения развития сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, более широкого использования мобильных газовых заправщиков с учетом специфики работы тракторной и уборочной техники. Были высказаны предложения по дальнейшей разработке отечественной газомоторной техники, создании сервисных и ремонтных центров сельскохозяйственной техники, работающей на газе.

Значительную поддержку отрасли окажет льготное кредитование и налогообложение для предприятий, использующих газомоторное топливо, частичное субсидирование закупки газомоторной техники.

По итогам совещания принято решение создать рабочую группу при Минсельхозе РФ, которая займется проработкой вопросов расширения использования газомоторного топлива в сельском хозяйстве. Позитивно встречена инициатива Минсельхоза РФ о предоставлении субсидий на приобретение сельскохозяйственными предприятиями газомоторной техники.

Кроме того, в ближайшее время начнется проработка возможности реализации в ряде регионов пилотных проектов масштабного внедрения сельскохозяйственными предприятиями техники, работающей на газе.

По информации компании "РариТЭК" и пресс-центра ОАО "Газпром"

АЗС "Газпром нефть". Источник: Газпром

АЗС "ГАЗПРОМ НЕФТЬ" НАЧНУТ РЕАЛИЗОВЫВАТЬ ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Автозаправочные станции "Газпром нефть", станут многотопливными. Вскоре на заправках сети – впрочем, не на всех – должны будут появиться газозаправочные модули.

Председатель совета директоров ОАО "Газпром", глава ООО "Газпром газомоторное топливо" Виктор Зубков и предправления ОАО Александр Дюков во вторник подписали соглашение о размещении модулей по заправке природным газом на АЗС "Газпром нефть". Об этом в тот же день сообщило управление информации "Газпрома".

Согласно пресс-релизу, газозаправочные модули появятся на действующих АЗС "Газпром нефть", а также строящихся многотопливных заправочных комплексах сети. Вопрос экономической целесообразности размещения газозаправочного модуля на каждой конкретной заправке будет решаться отдельно.

В течение какого срока планируется реализовать проект, а также каков объем инвестиций в него, не уточняется. Отмечено, что инвестором проектов по размещению модулей будет "Газпром газомоторное топливо", а заказчиком-застройщиком – "Газпром нефть".

Стороны будут способствовать увеличению парка газомоторных автомобилей и расширению соответствующей инфраструктуры в регионах присутствия АЗС "Газпром нефть", также говорится в сообщении "Газпрома".

"У газомоторного топлива очень хорошие перспективы занять свою нишу на рынке моторных топлив, особенно если говорить о муниципальном, пассажирском и грузовом транспорте", – отметил А. Дюков, комментарий которого приведен в пресс-релизе. По словам топ-менеджера, "Газпром нефть" планирует существенно увеличить реализацию газомоторного топлива, и подписанное соглашение "позволит значительно продвинуться в этом направлении".

По данным, размещенным на сайте "Газпром нефти", на начало текущего года в России и странах СНГ работало 1265 АЗС компании. В пресс-релизе "Газпрома" указывается, что 89 российских заправок "Газпром нефть" реализуют газомоторное топливо: 85 станций – сжиженный углеводородный газ (СУГ), а четыре – сжатый (компримированный) природный газ (КПГ).

В 2012 г. "Газпром нефть" приступила к реализации программы продвижения газомоторного топлива, в рамках которой был открыт первый многотопливный АЗК "Газпромнефть". Как указано на сайте компании, продажи газомоторного топлива по итогам прошлого года составили более 93 тыс. тонн СУГ и около 8 тыс. тонн КПГ.

Напомним, "Газпром" ведет работу по развитию российского рынка газомоторного топлива, в чем получает поддержку со стороны властей страны. В частности, как уже передавал OilCapital.ru, в конце мая премьер Дмитрий Медведев подписал постановление, согласно которому газ должен быть на каждом АЗС: заправка газомоторным топливом внесена в обязательный перечень услуг, оказываемыми автозаправками страны. Впрочем, в документе не был указан срок, в течение которого необходимо переоснастить АЗС. Некоторые эксперты указывали, что установить газозаправочное оборудование возможно не на всех заправках, в том числе из-за того, что в ряде случаев это будет противоречить существующим правилам безопасности.

OilCapital.ru.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:51

Color profile: Disabled
Composite Default screen

"ГАЗПРОМ" И ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛАСТЬ ПОДПИСАЛИ СОГЛАШЕНИЕ О РАСШИРЕНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

В центральном офисе ОАО "Газпром" председатель совета директоров ОАО "Газпром", председатель правления – генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Виктор Зубков и временно исполняющая обязанности губернатора Владимирской области Светлана Орлова подписали соглашение о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива.

В соответствии с документом стороны реализуют комплекс мероприятий по расширению использования газомоторного топлива на пассажирском транспорте, коммунальной, сельскохозяйственной и иной технике на территории региона.

Усилия сторон будут направлены, прежде всего, на строительство автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), многотопливных заправочных станций (МТЗС) и развитие парка техники, работающей на природном газе. Эти работы будут проводиться согласованно, чтобы парк техники, имеющийся к моменту запуска АГНКС и МТЗС, мог потреблять компримированный газ в объеме не менее 30 % от максимальной производительности станций.

Администрация Владимирской области обеспечит создание парка газомоторной техники для государственных нужд, оснащение производственно-технической базы организаций для эксплуатации такой техники, подготовку инженерно-технического персонала и водителей. Администрация окажет содействие в рамках строительства АГНКС и МТЗС, в частности, по вопросам землетоотвода и подведения коммуникаций.

В свою очередь, "Газпром газомоторное топливо" обеспечит строительство, а также эксплуатацию действующих и вновь построенных объектов газомоторной инфраструктуры. Компания будет оказывать методическую и консультационную помощь в организации технического обслуживания и ремонта газомоторной техники, обучении персонала и водителей.

"Вопросы повышения конкурентоспособности продукции, снижения бюджетных расходов всегда актуальны для российских регионов. И те из них, которые сегодня начинают масштабную работу по внедрению газомоторного топлива, уже через несколько лет получат ощутимые экономические преимущества. Прямые – за счет экономии на топливе, и опосредованные – за счет улучшения экологической ситуации", – отметил в ходе подписания Соглашения Виктор Зубков.

"Газпром" ведет масштабную работу по выводу российского рынка газомоторного топлива на принципиально новый уровень. В Программу газификации российских регионов, а также во все соглашения, подписываемые с субъектами РФ, включен обязательный раздел, касающийся развития региональных рынков газомоторного топлива. Программа газификации в 2013 г. предусматривает инвестиции в объеме 1 млрд руб. на строительство новых автомобильных газонаполнительных станций и газификацию автотранспорта.

Для повышения эффективности реализации стратегии "Газпрома" в области развития газомоторного рынка создана специализированная компания – ООО "Газпром газомоторное топливо". В ней консолидируются соответствующие профильные активы "Газпрома", пишет. oilcapital.ru.

Rcc.ru

НА ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО В ЧУВАШИИ ПЕРЕВЕДЕНО 30% ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

В Чувашии 30 % общественного транспорта переоборудовано для работы на газомоторном топливе. Через семь лет этот показатель планируется довести до 45 . Об этом заявил и.о. главы Минстроя республики, представляя региональному правительству доработанный проект государственной программы развития транспортной системы в Чувашии на 2013 – 2020 гг. В ходе рассмотрения проект был одобрен.

Владимир Степанов доложил, что с учетом предложений и замечаний, прозвучавших на предыдущем заседании кабинета министров, в проекте транспортной программы доработан перечень мероприятий по внедрению сети газомоторного топлива. К 2021 г. планируется, что доля общественного пассажирского транспорта категории М2, М3, работающего на газомоторном топливе, достигнет 45 % – сказал и.о. министра.

По данным министерства, в настоящее время в рамках республиканской программы по переводу транспорта на газовое топливо переоборудовано 30 % общественного транспорта. Транспорт работает на сжиженном газе. "В частности, в государственном предприятии "Чувашавтотранс" доля автобусов, работающих на газомоторном топливе, составляет 36 %. Данная мера позволила снизить объем выбросов в атмосферу и улучшить экологическую обстановку", – заверил Владимир Степанов.

Следующим этапом программы станет перевод транспорта на компримированный (сжатый) природный газ, так как он "дешевле и экологичнее", отметил

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:52

Color profile: Disabled
Composite Default screen

и.о. министра. По его словам, в конце августа 2013 г. предусмотрено оснащение парка "Чувашавтотранса" 18 автобусами, работающими на компримированном газе.

14 мая Президент страны Владимир Путин поручил ускорить перевод транспорта на газомоторное топливо. По словам главы государства, развитие газомоторного топлива выгодно как с точки зрения экологии, так и экономики: "Газ дешевле, чем традиционный бензин или дизтопливо, и, кроме того, его использование снижает уровень выбросов в 2 – 3 раза". Председатель правительства РФ Дмитрий Медведев подписал постановление, согласно которому 50 % общественного транспорта планируется перевести на газ.

Напомним, по данным администрации Чебоксар, на территории города работают 5 – 7 станций, где можно заправиться сжиженным газом (пропан-бутан). Сжатым, или компримированным природным газом (КПГ) заправиться можно только на одной станции, у поселка Лапсары.

Владимир Степанов сообщил, что общий объем финансирования республиканской госпрограммы развития транспортной системы на 2013 – 2020 гг. составит 39,606 млрд руб. По итогам реализации программы, в частности, планируется, что весь общественный транспорт будет оснащен аппаратурой спутниковой навигации, строительство и ремонт всех объектов будет осуществляться с помощью инновационных технологий, а доля автомобильных дорог регионального и муниципального значения, не отвечающих требованиям, достигнет 50 %.

Напомним, в июле на заседании правительства Чувашии премьер-министр республики подверг критике проект республиканской транспортной программы до 2020 г., отметив ее неактуальность и формальность по ряду направлений. Было отмечено, что в документе не отражены строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали через Чувашию, расходы на развитие системы ГЛОНАСС и сети заправок для транспорта на газомоторном топливе. Также скромное место отводится инновационным технологиям в дорожном строительстве, не учтены прогнозы по увеличению индивидуального автотранспорта. Проект был возвращен Минтрансу республики на доработку. Глава ведомства заверил, что все упущения будут учтены.

Источник: regnum.ru

"ИННОПРОМ" определяет будущее промышленности

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

В городе Екатеринбурге прошла III Международная Промышленная выставка "ИННОПРОМ", главной темой которой являлась "Глобальная промышленность":

На выставке были представлены более 500 компаний-участников, среди которых международные компании из США, Франции, Германии, Италии, Турции, Чехии, Белоруссии и других стран.

На совместном стенде КАМАЗ-ГАЗПРОМ участникам и гостям выставки были представлены новинки газомоторных автомобилей КАМАЗ и НЕФАЗ:

1. Автобус городской НЕФАЗ-5299-30-31.
2. Самосвал КАМАЗ-6520-33 с криогенным баком.
3. Седельный тягач КАМАЗ-65116-34 с криогенным баком.
4. Автомобиль бортовой КАМАЗ-4308-34 с ДВС Iveco.
5. Автокран КС-55713-5К-1 на базе полноприводного КАМАЗ-43118-34.

Повышенный интерес посетителей вызвали новинки, представленные на стенде – это первый образец самосвала КАМАЗ6530-33, оснащенный дополнительно криогенным баллоном для СПГ (сжиженный природный газ), а также малотоннажный автомобиль для городских грузоперевозок бортовой КАМАЗ-4308 с тент-каркасом.

В рамках выставки был проведен круглый стол на тему "Использование природного газа в качестве моторного топлива", на котором с презентацией "Разработка и изготовление автомобилей с газовым двигателем" выступил Рафаэль Батыршин – генеральный директор ООО "РариТЭК".

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:30:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Справка о выставке "ИННОПРОМ"

Цели "ИННОПРОМ"

– демонстрация достижений и новинок мировой промышленности;

– создание комфортной деловой среды для общения представителей бизнеса;

– ускорение промышленного роста в мире.

Около 57 000 посетителей за 4 дня. Более 90 мероприятий в рамках деловой программы. Подписаны 34 долгосрочных соглашения на сумму 182,5 млрд руб. 38 иностранных делегаций из 32 стран мира. Более 90 мероприятий деловой программы собирают на одной площадке первых лиц страны, представителей бизнес-элиты и светил мировой науки.

Площадь экспозиции – более 40 000 м^2.

Площадь экспозиции под открытым небом – 6 000 м^2.

ИННОПРОМ посетили 38 иностранных делегаций из 32 стран – всего около 500 участников (в 2011 году – 250 человек), в том числе послы США, Дании, Литвы, руководители крупнейших международных компаний Siempelkamp, Bombardier, DuPont, Siemens, Philips и др.

В ОРЕНБУРЖЬЕ ПЛАНИРУЕТСЯ ПЕРЕВОДИТЬ АВТОМОБИЛЬНУЮ ТЕХНИКУ НА КОМПРИМИРОВАННЫЙ ГАЗ

Компания "РариТЭК" приняла участие в первом заседании Рабочей группы по разработке региональной программы "Развитие рынка газомоторного топлива в Оренбургской области на 2013 – 2015 гг. и на период до 2020 г.", которое провел первый вице-губернатор – первый заместитель председателя правительства области Сергей Балыкин.

В соответствии с данной программой Оренбургской областью планируется приобретение более 600 автобусов, 900 единиц жилищно-коммунальной техники и 1000 единиц сельхозтехники, работающей на природном газе. Особое внимание будет уделено агропромышленному комплексу, где использование природного газа в качестве моторного топлива наиболее актуально. Только грузовых автомобилей у сельхозтоваропроизводителей более 7000 единиц. Расход дизельного топлива в 2012 г. составил 148,4 тыс. т, бензина – 12,6 тыс. т на общую сумму более 3,5 млрд руб. В среднесрочной перспективе министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности предполагает приобрести до 1100 единиц техники серийного производства, работающей на компримированном газе. По предварительным оценкам, суммарно на приобретение указанной техники будет затрачено около 4 млрд руб.

Более подробно с проектом программы участников ознакомил министр экономического развития, промышленной политики и торговли области Вячеслав Васин. Основной целью Программы является создание условий для приоритетного использования сельскохозяйственной, жилищно-коммунальной техникой и автотранспортными средствами компримированного природного газа в качестве моторного топлива. Это позволит значительно экономить на затратах по ГСМ.

Общий парк автотранспортной техники в области составляет более 650 тыс. единиц. Только за последний год всей этой техникой было израсходовано около 300 тыс. т традиционного топлива. Суммарные затраты на его приобретение составили более 8,5 млрд руб. При цене природного газа в 11 руб. за 1 литр экономия очевидна, – привел пример министр. Вячеслав Васин также обратил внимание и на то, что экономическая выгода – не единственное преимущество использования КПГ. Не менее актуальна и его экологичность.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:06

Color profile: Disabled
Composite Default screen

В АЗЕРБАЙДЖАНЕ ПОЯВИТСЯ РЫНОК ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

Россия заинтересована в развитии рынка газомоторного топлива в Азербайджане. Об этом говорится в сообщении Минэнерго РФ по результатам двусторонней встречи глав России и Азербайджана в Баку, в которой принял участие министр энергетики *Александр Новак*, передает ИТАР-ТАСС.

Стороны обсудили возможность участия реализации совместных проектов на территории республики. Среди прочего была затронута тема развития в Азербайджане рынка газомоторного топлива.

По итогам визита подписан ряд корпоративных соглашений между российскими и азербайджанскими энергетическими компаниями в нефтегазовой и электроэнергетической сфере.

В рабочей встрече в Баку принял участие также глава "Роснефти" **Игорь Сечин**. "Роснефть" заинтересована в расширении использования газомоторного топлива, которое является новым и одним из приоритетных направлений газовой стратегии компании. Так, летом компания заключила соглашения о развитии проектов в сфере газомоторного топлива с рядом российских регионов, в том числе с Мурманской, Сахалинской, Иркутской, Ярославской, Рязанской областями, Краснодарским и Красноярским краями. Ранее аналогичные соглашения были подписаны со Ставропольским краем, а также с Самарской, Орловской и Воронежской областями.

Day.Az

СОВКОМФЛОТ ЗАКЛЮЧИЛ 10-ЛЕТНЕЕ СОГЛАШЕНИЕ НА СУММУ $ 75 МИЛЛИОНОВ ДЛЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТАНКЕРОВ-ГАЗОВОЗОВ СУГ

ОАО "Совкомфлот" и ING Bank N.V подписали кредитное соглашение на сумму $ 75 млн на срок 10 лет. Кредит предназначен для финансирования строительства двух новых танкеров-газовозов типа "СИБУР Воронеж", предназначенных для перевозки сжиженного нефтяного газа (СНГ) и строящихся на верфи Hyundai Mipo Dockyard Co. Ltd.

Новые танкеры компании будут обеспечивать круглогодичную транспортировку СНГ из терминала в морском торговом порту Усть-Луга по долгосрочным контрактам с российским нефтехимическим холдингом ОАО "СИБУР".

Банк ING Bank выступил в качестве единственного уполномоченного организатора сделки, предусматривающей выгодные для заемщика условия погашения долгосрочных долговых обязательств. Конкурентная стоимость кредита отражает надежность и устойчивость структуры коммерческой сделки, а также высокий уровень кредитоспособности российского фрахтователя ОАО "СИБУР".

Танкеры-газовозы "СИБУР Воронеж" и "СИБУР Тобол" будут находиться в собственности холдинга группы компаний "Совкомфлот" (группа СКФ) – SCF Gas Carriers Ltd.

В церемонии подписания соглашения, состоявшейся в Лондоне, приняли участие руководитель департамента кредитования ING Bank Кристофер Стин, генеральный директор ING Bank по Великобритании, Ирландии и Ближнему Востоку Дже-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:11

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ральд Уокер, руководитель по вопросам финансирования транспортного сектора ING Bank Стивен Фьюстер, генеральный директор-председатель правления ОАО "Совкомфлот" Сергей Франк, первый заместитель генерального директора, финансовый директор ОАО "Совкомфлот" Николай Колесников.

"Это еще одна выгодная финансовая сделка, которая свидетельствует о наличии устойчивого доступа Группы СКФ к источникам заемного капитала и улучшает показатели ликвидности ОАО "Совкомфлот". Мы благодарны ING Bank и всем нашим финансовым партнерам за их постоянную поддержку", – сказал **Николай Колесников, первый заместитель генерального директора, финансовый директор ОАО "Совкомфлот"**.

"Сегодня "Совкомфлот" – один из ведущих мировых энергетических перевозчиков, и является для нас стратегически важным клиентом. В настоящий момент ING Bank увеличивает свой портфель кредитования судоходной отрасли, ориентируясь на наиболее перспективные сегменты рынка морской перевозки и на сильных клиентов, таких как компания "Совкомфлот". Мы поддерживаем стратегию Группы СКФ, направленную на расширение транспортно-логистических услуг в сфере газовых и шельфовых энергетических проектов, и нам приятно быть частью сделки с компанией SIBUR, которая также является нашим важнейшим клиентом", – отметил **Стивен Фьюстер, управляющий директор и руководитель по вопросам финансирования транспортного сектора ING Bank N.V.**

EnergyLand.info

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

"Ямал СПГ" планирует ввести объекты подготовительного периода (ОПП) морского порта Сабетта на полуострове Ямал в июне 2014 г., что позволит порту обеспечить разгрузку и приемку крупногабаритных технологических модулей.

"Ямал СПГ" досрочно завершил комплекс работ по устройству лицевых и анкерных стенок, а также экранирующих рядов свай причалов ОПП морского порта Сабетта. Реализованные конструктивные решения позволят в этом году выполнить дноуглубление прикордонной зоны причалов и тем самым обеспечить возможность круглогодичного подхода крупнотоннажных судов, передает "Прайм", ссылаясь на сообщение компании.

ОПП порта Сабетта включают четыре причала, общая протяженность которых составляет 915 м. Причалы, предназначенные для доставки грузов и технологических модулей для обустройства месторождения и строительства завода СПГ, будут способны принимать суда типа Ro-Ro (с горизонтальной погрузкой) и Lo-Lo (использующие кран для погрузки и разгрузки грузов). Подрядчиком по строительству подготовительных объектов порта Сабетта является ОАО "МРТС".

Завершение строительства ОПП морского порта запланировано на июнь 2014 г. Ввод ОПП в эксплуатацию позволит обеспечить разгрузку и приемку крупногабаритных технологических модулей весом более 8 тыс. т.

Напомним, проект "Ямал СПГ" предусматривает строительство завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) мощностью 16,5 млн т в год на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения.

Ключевым элементом транспортной инфраструктуры "Ямала СПГ" должен стать арктический морской порт в районе поселка Сабетта на побережье Обской губы Карского моря. Строительство морского порта Сабетта началось в июле 2012 г. Тогда сообщалось, что работы будут вестись в два этапа. На первом должны быть построены причалы для приемки крупногабаритных технологических модулей завода СПГ и строительных материалов; планировалось, что первый модуль порт примет в июле 2014 г. На втором этапе планируется построить причалы для отгрузки СПГ и газового конденсата.

Проект "Ямал СПГ" реализуют ведущий в России независимый производитель газа ОАО "НОВАТЭК" и французская компания Total. В настоящее время сторонам принадлежит 80 и 20 % в ОАО "Ямал СПГ" соответственно.

Rcc.ru

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:11

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ГЛАВНЫМ "НЕДОСТАТКОМ" ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА ЯВЛЯЕТСЯ ТО, ЧТО ЕГО НЕЛЬЗЯ УКРАСТЬ

Россия обладает крупнейшими в мире запасами природного газа. Однако несмотря на экологические и экономические преимущества газа в качестве газомоторного топлива в нашей стране он широко не применяется. Сейчас ситуация меняется. Государство заявило о намерениях развивать это направление и создавать стимулы для частных инвестиций. О проблемах и перспективах внедрения газомоторного топлива на транспорте рассказал исполнительный директор НГА Евгений Пронин.

Имеется расхождение в оценках самого понятия газомоторное топливо. Под ним понимают и метан в сжиженном или компримированном виде, и СУГи, и иногда дизельное топливо, произведенное из газа (GTL). Сейчас у нас преимущественно развито использование на транспорте СУГ.

У специалистов никаких расхождений в понимании нет. Основные газовые виды моторного топлива, имеющиеся в коммерческой реализации в России в настоящее время, включают в себя сжиженный углеводородный газ (СУГ – пропан-бутановые смеси), компримированный и сжиженный природный газ (КПГ и СПГ). Все остальные виды топлива – биометан, водород и его смеси, диметиловый эфир, спирты, синтетические жидкие топлива, электричество (без контактной сети) и т.д. – пока можно рассматривать как научные или политические альтернативы бензину и дизельному топливу.

Среди коммерческих газовых видов топлива наибольшим спросом у автомобилистов России сегодня пользуется сжиженный углеводородный газ (СУГ) – пропан-бутановые смеси. По данным Всемирной ассоциации автомобильного СУГ, его потребление в России составляет около 2 млн т в год. Заправочная сеть насчитывает более 1700 АГЗС. А АГНКС, где можно заправиться природным газом в России, пока только две с половиной сотни. Слабое развитие заправочной сети сдерживает рост парка газовых машин и спрос на КПГ и СПГ. И все же будущее за природным газом. Об этом свидетельствует мировой опыт. В 2010 г. природный газ стал лидером рынка альтернативных видов моторного топлива: спрос на КПГ/СПГ составил 34,3 млн ТУТ, а на СУГ – 33,2 млн ТУТ.

Каков вообще должен быть выбор России в этой сфере?

Выбор моторного топлива для России должен основываться на прагматичных предпосылках: нормативно-правовая основа, ресурсная база, экологическая безопасность, экономическая целесообразность, производственно-розничная инфраструктура, промышленная база. Только комплексное рассмотрение этих аспектов позволит принять обоснованное решение о том, где и какое топливо применять.

В какой пропорции нужно развивать тот или иной вид газомоторного топлива и почему?

Нужно подходить к проблеме опять же с прагматической точки зрения. Нужно развивать потребление всех видов топлива, но только там и в таких пропорциях, где это целесообразно. Если сегодня, например, в Бурятии нет природного газа, то как же там переводить на это топливо транспорт? Это с географической и ресурсной точки зрения. С точки зрения сегментов потребления: практически для всех видов и классов транспортных средств определились свои наиболее оптимальные виды альтернативного топлива. Для морских и речных судов, самолетов, локомотивов, магистральных тягачей, например, это, как правило, сжиженный природный газ; для городских грузовых и пассажирских перевозок, тракторов – компримированный метан; для легковых автомобилей, автобусов, грузовиков малой и средней мощности – пропан. Региональный, муниципальный или корпоративный баланс моторного топлива должен соответствовать структуре парка транспортной техники.

Какие преимущества и недостатки?

Максимальным набором преимуществ, подтвержденных многолетней практикой эксплуатации, обладает только природный газ. В нем одновременно сочетаются многие достоинства: он чище, дешевле, безопаснее и технологичнее всех остальных известных видов моторного топлива; запасы его больше; гамма применения метана намного шире; он менее чувствителен к колебаниям температуры окружающей среды; природный газ может быть получен из возобновляемых источников; воздействие природного газа на двигатель автомобиля более щадящее, чем нефтяных видов топлива. Сравнивая различные виды топлива, необходимо рассматривать эти преимущества в комплексе, а не по отдельным показателям.

Есть у КПГ и СПГ и недостатки. Точнее, не у самого природного газа, а у его окружения. Недостаточно развита инфраструктура заправки, переоборудования транспортных средств и технического

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:11

Color profile: Disabled
Composite Default screen

обслуживания газовой техники; устарели национальные нормативные документы; отсутствуют эффективные меры стимулирования; нет конкретных программ по регионам и отраслям; нет единого координационного центра; практически прекратила существование отечественная газомоторная промышленность; российская криогеника не отстала только от тех, у кого ее вообще нет. Но эти недостатки преодолимы. В 2013 г. Правительство обратило на газомоторное топливо такое пристальное внимание, что впору говорить о газовой революции на транспорте России. За рубежом с нетерпением и опасением смотрят на эти изменения. С одной стороны: когда же откроется колоссальный рынок для всей гаммы оборудования и технологий. С другой: не ждет ли очередную волну газификации транспорта та же судьба, что и многие национальные проекты?

До сих пор противники использования природного газа в качестве моторного топлива используют отжившие аргументы о якобы имеющих место недостатках: снижении коммерческой грузоподъемности автомобиля, сокращении полезного объема, падении мощности двигателя, запахе в салоне, регулярных взрывах. Статистика показывает: все это сказки некомпетентных или недобросовестных людей. Главным "недостатком" природного газа для нечистоплотных критиков по-прежнему остается то, что его нельзя украсть.

Какова экономика различных проектов?

Экономия затрат на топливо при переходе на газ составляет минимум 60 %. Ее можно посчитать для любого класса автомобилей.

Например, при текущих ценах на нефтяное топливо и цене на КПГ = 10 руб./м^3, а также показателях: годовой пробег (км)/расход топлива (л·100 км) годовая экономия (руб.) составит:

для легкового автомобиля = 5 400 руб. (5 000 км/6 л) и 21 600 руб. при 20 000 км;

для автобуса = 441 000 руб. (70 000 км/35 л);

для грузовика = 810 000 руб. (100 000 км/45 л).

Дополнительные затраты на переоборудование автомобиля или приобретение газового в заводском исполнении окупаются за 8 – 24 месяца.

Во сколько она обойдется бюджету, каков необходимый объем частных инвестиций?

До 2020 г. построить минимум пять тысяч газовых заправочных постов: 3700 для КПГ и 1300 для СПГ. Большинство из них должны быть интегрированы в традиционные АЗС. При этом 90 % средств следует привлечь из внебюджетных источников.

Медведев Д.А. 3 июня подписал постановление правительства, обязывающее АЗС продавать потребителям газомоторное топливо. Смогут ли собственники АЗС выполнить это постановление?

С учетом географических и ресурсных особенностей постановление может быть выполнено. У нас, к сожалению, существует многовековая практика административного саботажа: если чиновнику не нравится поручение, он найдет способы сорвать его выполнение. Один из таких способов: доведение исполнения команды до абсурда. Тогда благое намерение обращается во вред.

Станет ли газомоторное топливо настолько же доступным, как и жидкие топлива?

Для этого нужно развивать газозаправочную сеть. Европейский союз считает, что минимальной плотности сети можно достичь при размещении заправок КПГ на удалении 150 км друг от друга, а для СПГ – 400 км. Это соответствует минимальному пробегу легковых газовых автомобилей на одной заправке. У тяжелой техники – автобусов и грузовиков – он доходит до 1000 км.

Выгодно ли действующим заправкам внедрять продажу газомоторного топлива? Рентабельно ли это?

При формировании определенных экономических условий. Построить АЗС и заправлять на ней один автомобиль тоже невыгодно. По расчетам ООО "Газпром ВНИИГАЗ" рентабельный уровень обеспечивается при загрузке станции (поста) на уровне 30 % от проектной производительности.

В какие сроки АЗС смогут обеспечить доступ к газомоторному топливу (установить необходимое оборудование для заправки газом?)

При планомерной работе на минимальный уровень можно выйти за три – четыре года.

Кто является основным бенефициаром (выгодоприобретателем) масштабного внедрения газомоторного топлива? "Газпром?

Основную пользу от газификации транспорта получат жители России. Окружающая среда должна стать безопаснее; темпы роста тарифов на транспорт должны замедлиться; бюджетные затраты и дотации на топливо должны сократиться; себестоимости жилья (на стройку все привозят на автомобиле) и сельскохозяйственной продукции (дорогое дизельное топливо – основа механизации на селе) должны снизиться; поступления от дополнительного экспорта нефти должны пополнить бюджет. Открывается возможность частичного решения проблем Северного завоза; создания тысячи новых рабочих мест; роста отчислений в пенсионный фонд.

Выгоду также получат ученые; владельцы и операторы топливозаправочных сетей; производители автомобилей, локомотивов, судов, двигателей,

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:12

Color profile: Disabled
Composite Default screen

средств автоматизации и связи; машиностроители; металлурги; криогенная промышленность; транспортные компании; строители; почтовики; медики; сельхозтоваропроизводители; связисты и IT-компании; военные; и, конечно, газовики.

Почему эту тему столь активно продвигают первые лица страны: Путин и Медведев? Почему именно сейчас удалось вывести ее на высший уровень, хотя преимущества – экономические и экологические – газа над бензином и дизелем давно известны?

Во-первых, созрела критическая масса знаний, опыта и воли, которая и привела к началу газовой революции на транспорте России. Во-вторых, расширение использования природного газа в качестве моторного топлива принесет плоды всей стране в социальной, экономической и производственной сферах.

О каких объемах замещения идет речь, например, при реализации постановления правительства о переводе 50 % общественного транспорта на газомоторное топливо? Какие объемы газа потребуются для его выполнения? Вообще реалистична ли поставленная задача?

До 2020 г. на строительство пяти тысяч газовых заправочных постов может потребоваться от 100 до 300 млрд руб. внебюджетных средств. Это при условии, что будут строиться исключительно новые станции. Но ведь основа сети уже создана. Суммарная установленная мощность АГНКС составляет 2 млрд м^3 в год. Часть станций, вероятно, будет закрыта или перепрофилирована. Часть нуждается в модернизации. Но основа уже есть.

Примерно столько же средств нужно на обновление подвижного состава. К этому времени нужно выйти на минимальный уровень потребления КПГ и СПГ в 3,5 млрд м^3 в год. В ценах 2013 г. аккумулированная выручка от продажи природного газа транспорту с 2014 по 2020 г. может составить 160 млрд руб.

Виктор Зубков и Александр Новак предлагают поддерживать переход на газомоторное топливо, распространив на газовые автомобили программу утилизации и освободив такой транспорт от налогов. Насколько действенны такие меры и будут ли они приняты?

Во многих странах мира действуют меры стимулирования и меры принуждения. Это – нормальный, сбалансированный подход. Нужно сокращать налоги, пошлины, сборы; ликвидировать административные барьеры; предлагать льготы участникам рынка. Для всего этого нужен эффективный государственный механизм контроля. Пока такого механизма нет.

Не окажется ли так, что после масштабного перевода автомобилей на газовое топливо его стоимость сильно повысится и использование сравнится с бензином по затратам на километр пути?

Такой сценарий развития газомоторного рынка в России маловероятен. Даже в странах, импортирующих природный газ, он в среднем на АГНКС стоит примерно 50 % от стоимости дизельного топлива.

Насколько распространен опыт использования газомоторного топлива в мире? Много ли автомобилей на газе в Европе и США? Какие там есть проблемы и как их решают?

Мировой парк автомобилей на природном газе насчитывает 18 млн машин. Общий спрос на него значительно превышает 30 млрд м^3 в год. В Европе на метане работают примерно 1,7 млн машин. В 2012 г. в них заправлено 3,4 млрд м^3 газа. В Италии примерно 800 тыс. газовых машин. На Украине – 480 тыс., в Узбекистане – 300 тыс. в Германии – около 100 тыс. 90 тыс. – в России. Потенциал европейского газомоторного рынка к 2030 г. оценивается примерно в 40 – 45 млрд м^3 природного газа в год. В Америке на метане работают примерно 100 тыс. машин, а годовой спрос на него составляет примерно 1 млрд м^3. Парк автомобилей на природном газе в Китае и в Индии по 1,5 млн ед.

Проблемы, сдерживающие развитие рынка, и пути их решения во многом одинаковые: развитие сети заправок, введение мер государственной поддержки, модернизация нормативно-правовой базы, формирование благоприятного инвестиционного климата, внедрение новых технологий.

Есть ли в мире опыт создания специализированного транспорта на газе или же всегда создаются бензиновые (дизельные) версии, а потом переводятся на газ?

Основная тенденция развития рынка заключается в том, что газовый автомобиль изначально создается в расчете на метан как основное топливо. Логика прогресса такова, что при создании газового двигателя берется бензиновый или дизельный вариант. Однако сектор переоборудования в процессе эксплуатации пока еще преобладает. Он сокращается по мере развития заводского производства газовых машин, но еще долго будет оставаться значимым.

Каковы современные тенденции развития газомоторного рынка?

Прошедшие в Гётеборге с 11 по 13 июня 2013 г. выставка и конференция по проблемам газификации транспорта выявили следующие тенденции. Продолжается рост числа компаний, осваивающих выпуск сосудов высокого давления, криогенных ба-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:12

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ков и компрессорного оборудования. Пока не отмечено каких-либо технологических прорывов. Заправочные комплексы становятся все миниатюрнее с учетом их интеграции в действующие АГНКС. Продолжается расширение спектра газовых автомобилей заводского производства всех классов: легковые, грузовые, автобусы. Все больше потребителей готовы покупать технику на СПГ. Бункеровка морских и речных судов сжиженным природным газом открывает пути для формирования нового специализированного сегмента рынка с большим объемом потребления и высокой финансовой и научно-производственной емкостью. Европейский Союз впервые стал участвовать в финансировании проектов, связанных с газификацией транспорта. Кроме того, все активнее ведется работа по гармонизации национальных регламентирующих документов в области производства и использования природного газа в качестве моторного топлива.

Что нужно сделать в сфере производства техники, работающей на газе? Достаточны ли уже задекларированные планы автопроизводителей? Нужно ли подключать программы стимулирования импорта газомоторных автомобилей?

Для реализации этих планов необходимо стимулировать не только импорт газовых автомобилей, комплектующих, компрессорного оборудования, баллонов, криогенного оборудования, но и развивать отечественное производство. Для этого необходимы научные разработки, подготовка инженеров и конструкторов, обучение чиновников, создание производств, привлечение инвесторов.

Тема газомоторного топлива обросла предрассудками и мифами. Один из главных – безопасность автомобиля на природном газе. Часто можно услышать, что газовый баллон в автомобиле может детонировать даже при незначительном ДТП. Правда ли это? Насколько безопасны автомобили на газе с точки зрения потенциальных аварий?

Услышать об этом можно, действительно, достаточно часто. Только это совершенно не соответствует действительности. Пропановые, бензиновые и дизельные машины горят намного чаще. В мае в Москве разрушился баллон КПГ на одном из автобусов Мосгортранса. Причины этого устанавливают эксперты, и они скоро станут известны. А когда еще были такие случаи? За последние десятилетия – единицы. Природный газ – и это доказано многолетней мировой практикой – самое безопасное моторное топливо в эксплуатации, пожаре, ДТП.

Технически любой автомобиль можно перевести на газомоторное топливо? И бензиновый, и дизельный?

И бензиновые, и дизельные двигатели внутреннего сгорания могут быть переоборудованы для использования природного газа.

Еще один миф связан с громоздкостью газового баллона, который устанавливается в автомобиль при переводе на газомоторное топливо. Действительно ли это так?

Баллон, конечно, занимает часть объема. Однако при трехкратной разнице в цене на топливо (тридцать с лишним рублей за литр бензина или дизельного топлива и десять рублей за "кубик" газа) можно потерпеть это неудобство. Да и не каждый день возят в багажнике мешки с картошкой или чемоданы. А если это такой критический показатель, как, допустим, для такси, то нужно покупать газовую машину заводского производства, в которой баллоны интегрированы в конструкцию машины и места в багажнике не занимают вообще.

Сколько в среднем стоит перевести личный автомобиль на газомоторное топливо?

Цена на переоборудование вполне приемлема. Для легковых пассажирских автомобилей в диапазоне 25 000– 50 000 руб. Для легковых коммерческих – от 25 000 до 75 000 руб. Для тяжелой техники от 100 000 до 500 000 руб.

Сказываются ли климатические особенности на использовании газомоторного топлива? Не боится ли газомоторное оборудование сильных морозов или жары?

Автомобили на природном газе заводятся на морозе и жаре лучше, чем их аналоги на нефтяном топливе.

www.pro-gas.ru

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:12

Color profile: Disabled
Composite Default screen

В РОССИИ РАЗРАБОТАЛИ ГИБРИДНЫЙ СУПЕР-БТР

Пока группа "Онэксим" трудится над завершением проекта первого российского гибридного автомобиля, военные построили гибридный бронетранспортер. Боевая машина с "гибридной энергоустановкой и электротрансмиссией" прошла первые испытания на Кубинском аэродроме.

"Военно-промышленная компания в рамках выполнения НИР, шифр "Крымск" разработала и испытала боевую колесную машину с гибридной энергоустановкой и электротрансмиссией на базе БТР-90 "Росток". Работа проводилась в интересах Министерства обороны", – говорится в сообщении ВПК.

"Крымск" – почти готовая дистанционно управляемая платформа. "Аппаратные возможности электронных систем экспериментального макетного образца уже в настоящее время позволяют реализовать дистанционное управление им, а при незначительных доработках и разработке соответствующих алгоритмов управления и программ создать роботизированную платформу", – добавил Суворов.

Несмотря на непривычную для БТР силовую установку и статус "концепта", "Крымск" продемонстрировал на испытаниях весьма впечатляющие результаты при том, что мощность двигателя почти в 1,5 раза меньше, чем у прототипа (БТР-90). Так, гибридный БТР разогнался до 80 км/ч за 33 секунды. Надо отметить, что машина весит 22 т. Максимальная скорость составляет 97 км/ч.

Гибрид успешно преодолел в рамках тестов ров шириной 2 м, 50 см вертикальную стенку и подъем с уклоном 30°. Далее к нему прицепили на буксир БТР-SO, после чего гибрид преодолел подъем с уклоном 15°, а затем буксировал его со скоростью 48 км/ч по грунтовой дороге.

По данным ВПК, машина построена по схеме "последовательный гибрид", электротрансмиссия – по схеме "мотор–полуось". Гибридная силовая установка включает в себя дизельный двигатель ЯМЗ-650.10 мощностью 360 л.с., генератор вентильный индукторный тяговый и блок накопителей энергии, состоящий из модулей электрохимических конденсаторов. БТР оснащен 8 тяговыми электродвигателями. Кроме того, БТР получил системы АБС; ПБС, курсовой устойчивости и круиз-контроль.

"Принцип работы гибридной энергоустановки и электротрансмиссии коротко можно описать следующим образом. Двигатель внутреннего сгорания приводит во вращение ротор генератора, который вырабатывает переменный ток. Затем переменный ток преобразуется в постоянный. К звену постоянного тока подключены силовые преобразователи, которые по заданным законам управления преобразуют электрическую энергию и подают ее на тяготе электродвигатели, приводящие во вращение колеса. Параллельно электрическая энергия поступает в накопитель", – отмечает производитель. Запасенная энергия может использоваться для "помощи" дизель-генераторной установке, например, при разгоне. А во время торможения энергия торможения (в лучших традициях современных гибридов) рекуперируется в электрическую энергию и "закачивается" обратно в молекулярный накопитель. Запас хода по топливу при движении со скоростью 40 км/ч составил 940 км.

БТР может двигаться бесшумно при неработающем "дизеле". ВПК не указывает, на сколько хватит такого режима, упоминая лишь "ограниченное расстояние" и добавляя, что при применении новых типов накопителей энергии "это расстояние можно увеличить в десятки раз".

И еще один "козырь" гибридного БТР, работающий на перспективу. На борту машины есть большой запас энергии (300 кВт), которую можно высвободить "мгновенно".

"Следовательно, в недалекой перспективе на боевую машину можно будет устанавливать оружие, которое работает на новых физических принципах, например, лазерное или электромагнитное", – добавляет ВПК.

Вести.ру

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:16

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ЕВРОПЕЙСКИЙ РЫНОК БИОЭНЕРГЕТИКИ РАЗВИВАЕТСЯ БЛАГОДАРЯ ГОСИНИЦИАТИВАМ В ОБЛАСТИ ВИЭ

Европейские страны поставили себе целью к 2020 г. производить из возобновляемых источников 20 % от общего объема энергии. Это обстоятельство благоприятствует развитию рынка производства электроэнергии из биомассы и биогаза.

Объем установленных мощностей по производству энергии из биомассы и биогаза будет расти, по мере того как все больше электростанций будет перепрофилироваться из угольных в работающие на биомассе. Однако темпы ежегодного роста прибыли в этом сегменте, вероятно, уменьшатся.

Согласно данным нового исследования компании Frost & Sullivan "Возможности на рынке производства электроэнергии из биомассы и биогаза в Европе" (Opportunities in the Biomass and Biogas Power Market in Europe), в 2012 г. объем выручки предприятий на этом рынке составил 3,33 млрд евро и, согласно прогнозам, к 2017 г. достигнет 3,77 млрд евро.

"Электростанции, работающие на биомассе, благодаря генерации больших объемов электроэнергии и низким капиталовложениям становятся все более привлекательными, – уверен Ашай Аббхи (Ashay Abbhi), аналитик исследовательского департамента энергетики и защиты окружающей среды, Frost & Sullivan. – Эффективность, продолжительный срок службы и надежность также способствуют росту их популярности среди других возобновляемых источников энергии".

Распространение производства энергии из биомассы и биогаза крайне важно для достижения европейскими странами своих амбициозных целей к 2020 г. Вместе с тем, ухудшение экономических условий на континенте ограничивает расширение этого рынка. Европейские страны сократили или даже вовсе прекратили предоставлять субсидии на производство электроэнергии из биомассы и биогаза, поставив под угрозу будущее таких электростанций.

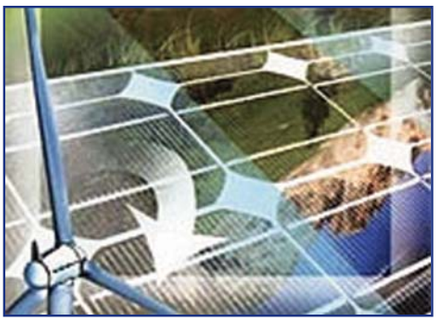
Еще одной проблемой является отсутствие устойчивых поставок сырья в регионе. Заказчики, чья продукция пользуется высоким спросом, готовы платить больше, чтобы их электростанции работали. Это вызывает повышение цен на сырье и оборудование, негативно влияя на рентабельность. Свертывание стимулирующих инициатив со стороны государства еще больше ограничивает уровень прибыли.

"Государственная поддержка необходима для развития технологий, тем более что внедрение инноваций позволят сократить капитальные расходы в долгосрочной перспективе, – поясняет Ашай Аббхи. – В настоящее время перепрофилирование угольных электростанций в работающие на биомассе станет главенствующей тенденцией рынка, так как требует гораздо меньше инвестиций, чем создание электростанции на биомассе с нуля".

В будущем западноевропейский рынок биоэнергетики, на котором доминируют такие страны, как Германия и Великобритания, будет медленно уступать развивающимся рынкам Центральной и Восточной Европы. Ожидается, что центром производства в этом регионе станет Польша.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:17

Color profile: Disabled
Composite Default screen



IBM РАЗРАБОТАЛА НОВУЮ СИСТЕМУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Корпорация IBM представила усовершенствованную технологию прогнозирования энергопотребления и моделирования погодных сценариев, которая поможет муниципальным предприятиям по всему миру повысить надежность систем электроснабжения, работающих на возобновляемых источниках энергии.

Решение объединяет технологию прогнозирования погоды и аналитические средства для точного расчета поступления ветровой и солнечной энергии. Благодаря этому муниципальные предприятия смогут интегрировать возобновляемые источники энергии в единую электросеть, что позволит сократить выбросы углекислого газа, а также значительно увеличить количество производимой экологически чистой энергии для потребителей и юридических лиц.

Решение, которое получило название "Система гибридного прогнозирования возобновляемой энергии" (Hybrid Renewable Energy Forecasting, HyRef), использует возможности моделирования погодных сценариев, усовершенствованную облачную технологию обработки изображений, а также камеры наблюдения за движением облаков в масштабе времени, близком к реальному. В то же время датчики, установленные на ветрогенераторах, осуществляют мониторинг температуры воздуха, скорости и направления ветра. В сочетании со средствами аналитики решение для сбора и обработки данных может предоставлять точные местные прогнозы погоды для конкретной ветроэлектростанции на месяц вперед, а также на каждые 15 минут.

Помимо этого, HyRef позволяет прогнозировать производительность отдельного ветрогенератора и вести подсчет количества сгенерированной возобновляемой энергии, используя данные о локальном прогнозе погоды. Такой уровень доступности информации предоставит муниципальным предприятиям усовершенствованные возможности управления постоянно меняющейся энергией ветра и солнца, а также прогнозирования поступления энергии для последующего хранения или использования в единой электросети. Более того, подобные данные помогут энергетическим компаниям интегрировать другие источники традиционных видов топлива, к примеру, угля и природного газа.

"Муниципальные предприятия по всему миру выбирают стратегию интеграции новых источников возобновляемой энергии в свои электросети. Конечной целью является обеспечение глобального производства энергии на 25 % от возобновляемых источников к 2025 г., – говорит Дэннис МакГинн (Dennis McGinn), президент и руководитель Совета США по вопросам возобновляемой энергии (American Council on Renewable Energy, ACORE). – Данные, поступающие благодаря средствам погодного моделирования и прогнозирования HyRef, позволят зчачительно ускорить этот процесс, а также предоставят нам возможность приблизиться к раскрытию полного потенциала возобновляемых источников энергии".

Государственная электросетевая компания Jibei (State Grid Jibei Electricity Power Company Limited, SG-JBEPC), дочернее предприятие Государственной электросетевой корпорации Китая (State Grid Corporation of China, SGCC), уже использует решение HyRef для интеграции возобновляемых источников энергии в общую электросеть. Эта инициатива стала первой стадией самого масштабного проекта по внедрению источников возобновляемой энергии. Проект, получивший название Zhangbei 670MW, является частью пятилетней программы КНР по сокращению использования традиционных видов топлива и подразумевает добычу, передачу и хранение ветровой и солнечной энергии.

Благодаря использованию технологии прогнозирования ветра от IBM, первый этап проекта Zhangbei позволит ускорить интеграцию возобновляемых источников энергии на 10 %. Количество полученной дополнительной энергии поможет снабдить электричеством более чем 14000 жилых домов. Более того, эффективное использование генерируемой энергии позволяет муниципальным предприятиям разумно распределять энергетические мощности, при этом аналитические решения предоставляют необходимые средства для увеличения производительности электросети.

"Применение средств аналитики и технологии обработки больших данных позволит муниципальным предприятиям приспособиться к прерывистому характеру возобновляемых источников энергии. Они также смогут прогнозировать количество генерируе-

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:18

Color profile: Disabled
Composite Default screen

мой солнечной и ветровой энергии, используя абсолютно новые возможности – говорит Брэд Гэммонс (Brad Gammons), генеральный директор направления IBM Global Energy and Utilities Industry. – Мы создали интеллектуальную систему, которая объединяет в себе прогнозирование погоды и энергии с целью увеличения доступности системы и оптимизации производительности электросети".

Этот проект основан на функциональных возможностях другой системы IBM для разумной аналитики, которую использует датская компания Vestas Wind Systems – один из крупнейших в мире производителей ветрогенераторов. Решения для аналитики больших данных и суперкомпьютерные технологии IBM помогают Vestas размещать ветрогенераторы стратегически, основываясь на метеорологических сводках, последовательности фаз приливов, снимках со спутников, картах вырубки лесов, а также петабайтах данных, собранных с датчиков и полученных в результате погодного моделирования. Эта информация не только позволяет оптимизировать процесс добычи энергии, но также позволяет сократить расходы на обслуживание и эксплуатацию на всех стадиях проекта.

Hybrid Renewable Energy Forecaster представляет собой усовершенствованную технологию погодного моделирования, основанную на других инновационных проектах IBM, таких как Deep Thunder. Решение Beep Thunder, созданное IBM, предоставляет локальные микропрогнозы высокого разрешения из расчета на квадратный километр, покрывая территории различной площади – от муниципалитетов до целых штатов. В сочетании с аналитикой данных решение помогает коммерческим организациям и государственным структурам повышать уровень предоставления услуг, более эффективно управлять логистикой и планировать размещение оборудования с целью снижения вероятности неблагоприятного воздействия погодных явлений, в то же время позволяя сократить расходы, наладить обслуживание клиентов и даже спасать жизни людей.

EnergyLand.info

КОРПОРАЦИЯ "ГАЗЭНЕРГОСТРОЙ" ПЛАНИРУЕТ ПРОИЗВОДИТЬ В ЛАТВИИ БИОТОПЛИВО ИЗ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

На базе Валмиеровского технопарка в Латвии ГК Корпорация "ГазЭнергоСтрой" предполагает создать предприятие по производству инновационных очистных сооружений глубокой переработки и развернуть производство биодизеля из масличных культур. Выращивать сырье для предприятия планируется на территории России.

Помимо этого, на территории технопарка будет организовано производство по сборке оборудования для газовой и энергетической отрасли.

Президент ГК Корпорация "ГазЭнергоСтрой" Сергей Чернин встретился с президентом Латвии Андрисом Берзиньшем и премьер-министром Валдисом Домбровскисом. В ходе встреч с руководителями Латвии обсуждались вопросы, связанные с развитием девелоперских проектов и технопарка в Валмиере. Напомним, что в марте 2013 года ГК Корпорация "ГазЭнергоСтрой" завершила сделку по выкупу Валмиеровского мясокомбината, обанкротившегося предприятия с огромной территорией – около 20 га. С самого начала было заявлено о намерении возродить сам мясокомбинат и создать на его базе технопарк из трех–четырех производственных компаний инновационно-технологической направленности.

На встречах с президентом и премьером Латвии было заявлено, что одно из этих предприятий займется производством тонкого базальтового волокна и композитных материалов. Базальтовое волокно пользуется огромным спросом на мировом рынке и применяется в энергетике, строительстве, автомобилестроении, электронной промышленности и других отраслях. Латвийское производство может стать плацдармом для выхода на российский и европейский рынки.

"Разумеется, о возрождении и развитии самого мясокомбината мы также не забываем, – заверил руководство страны президент ГК Корпорация "ГазЭнергоСтрой" Сергей Чернин. – Работа над составлением бюджета технопарка завершится уже в этом году. Бюджет планируется утвердить в I квартале 2014 г., и мы тут же приступим к реализации планов".

EnergyLand.info

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:20

Color profile: Disabled
Composite Default screen

В 2014 ГОДУ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ СТАРТУЕТ ПРОЕКТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Состоялись переговоры губернатора Ростовской области Василия Голубева с руководством компании "Хевел" (Россия) и "Avelar Energy Group" (Швейцария). Темой для диалога стал проект строительства на территории Ростовской области солнечных электростанций мощностью от 5 до 25 МВт.

Василий Голубев договорился, что уже в этом году будет подписано соглашение между Ростовской областью и компанией-инвестором о первых инвестициях в пилотный проект объемом около 2,5 млрд руб.

Компания "Хевел", учредителями которой являются ГК "Ренова" и "РОСНАНО" – первый в России производитель высокотехнологичных солнечных модулей – отрабатывает свои технологии на базе Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе (г. Санкт-Петербург) и "Сколково". "Хевел" видит высокий инновационный и инвестиционный потенциал солнечной энергетики в РФ и планирует к реализации сразу несколько проектов в различных регионах России.

В Ростовской области строительство солнечной электростанции может начаться в 2014 г.

В переговорах с "Хевел" и "Avelar Energy Group" приняли участие министр экономического развития Ростовской области Александр Левченко, генеральный директор Агентства инвестиционного развития Ростовской области (АИР) Игорь Бураков и советник губернатора Ростовской области Валентин Витринский.

Для того чтобы донской регион стал одним из первых субъектов РФ, где будет реализован проект генерации "чистой зеленой энергии", АИР уже ведет подбор участков, оптимальных для строительства будущей солнечной электростанции. Инвестору понадобится площадка в 10 га.

В рамках переговоров с "Avelar Energy Group" в Санкт-Петербурге обсуждались также перспективы сотрудничества по актуальным для Ростовской области проектам в сфере переработки и утилизации промышленных отходов.

СУММАРНАЯ ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПЕРВЫХ СОЛНЕЧНЫХ СТАНЦИЙ ЯКУТИИ СОСТАВИЛА ПОЧТИ 54 ТЫС. КВТ·Ч

ОАО "Сахаэнерго", дочернее общество ОАО АК "Якутскэнерго" (входит в холдинг "РАО Энергетические системы Востока"), занимает лидирующие позиции по внедрению возобновляемых источников энергии среди региональных энергетических компаний Дальнего Востока.

Опыт работы компании, весьма успешно развивающей альтернативную малую энергетику в самой холодной республике, стал предметом пристального внимания участников Международной конференции "Возобновляемая энергетика в изолированных системах Дальнего Востока России", прошедшей в столице республики.

На конференции с обширным докладом об особенностях эксплуатации солнечных и ветряных электростанций в условиях экстремального климата Якутии и перспективах развития выступил заместитель генерального директора по инновациям, НИОКР и капитальному строительству ОАО "Сахаэнерго", канд. техн. наук Александр Корякин.

Специалисты компании за годы работы по извлечению энергии из нетрадиционных ресурсов – ветра и солнца – фиксировали все показатели потребления топлива, производства энергии, расходов по эксплуатации и экономии топлива. Например, экспериментальная ветряная электростанция мощностью 250 кВт, установленная в п. Тикси Булунского района в сентябре 2007 г., за весь период эксплуатации выработала 386 710 вВт·ч. электроэнергии. Четыре солнечные станции, работающие в отдаленных северных поселках в качестве дополнительного генерирующего источника, помогли сэкономить 14,015 т дорогостоящего дизтоплива. Суммарная выработка электроэнергии первых солнечных станций Якутии – 53 999 кВт·ч.

Среди достоинств ВИЭ Александр Корякин отметил также экологичность новых технологий. Но при этом выявлен и ряд недостатков. Так, оборудование должно быть арктического исполнения, работу тормозит отсутствие на местах кадров, специализирующихся на ремонте и эксплуатации новых станций. Тем не менее, руководство компании с оптимизмом смотрит в будущее и планирует расширение строительства.

AGZK10.13(1-56).ps
agzk10.13(1-56)
1 Œ Æ 2013 *. 11:31:22