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

**№ 11 (116) 2016 г.** **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

**Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ**

# СОДЕРЖАНИЕ

## НАУКА

*Николаев А.И.*
**Функциональное моделирование технологических процессов получения углеродных материалов из продуктов электрокрекинга жидкого органического сырья** . . . 3

*Использование методологии функционального моделирования для формализации процессов получения УНВ, углеродных композитов и коксов с необходимыми свойствами из продуктов электрокрекинга органического сырья позволяет получить иерархически упорядоченное, структурированное, наглядное описание технологических процессов.*

*Лиханов В.А., Лопатин О.П.*
**Нагрузочные режимы работы газодизеля с рециркуляцией отработавших газов** . . . 10

*В работе представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов на мощностные и экономические показатели, характеристики процесса сгорания и тепловыделения, токсичность и дымность отработавших газов дизеля 4Ч 11,0/12,5 на различных нагрузочных режимах при номинальной частоте вращения коленчатого вала.*

*Марков В.А., Жердев А.А., Фурман В.В., Коссова Л.Е.*
**Технологии использования попутного нефтяного газа для генерирования электроэнергии** . . . 17

*Рассмотрена возможность использования попутного нефтяного газа для генерирования электроэнергии. Представлены возможные способы организации процессов топливоподачи, воспламенения и сгорания попутного нефтяного газа в дизельном двигателе дизель-генераторной установки.*

*Наджафова М.А., Теюбов Х.Ш., Мамедова Т.А., Сафарли И.А., Мовсумов Н.Э., Аббасов М.М., Алиева С.К., Аббасов В.М.*
**Парамагнитная природа продуктов пиролиза растительной биомассы** . . . 26

*Изучена парамагнитная природа жидких продуктов пиролиза растительных биомасс. Проведен сравнительный анализ их спектров ЭПР со спектрами некоторых фракций нефтей месторождения Сураханы и Абшерон. Установлено, что характеристики спектров ЭПР в зависимости от используемой биомассы различаются.*

## ИНФОРМАЦИЯ

*Куприянов С.В.*
**Перспективы развития газификации и рынка газомоторного топлива в Твери** . . . 29

*24 августа 2016 г. в г. Твери Председатель Совета директоров ПАО "Газпром" Виктор Зубков провел совещание по вопросам развития газоснабжения и газификации Тверской обл., а также состояния расчетов потребителей региона за поставленный газ.*

*Савченко А.С.*
**Московский международный автомобильный салон 2016** . . . 31

*Московский международный автомобильный салон – главное национальное выставочное мероприятие автомобильной тематики проводится в России один раз в два года, по четным годам. Очередной, уже шестой по счету ММАС, прошел в МВЦ "Крокус Экспо" с 24 августа по 4 сентября 2016 г.*

*Якшин М.И.*
**ТОНАР приступил к выпуску крупнотоннажного автопоезда** . . . 40

*19 августа 2016 г. подмосковный завод ТОНАР представил новый, не имеющий аналогов в России, гигантский автопоезд, способный перевозить более 130 т груза по технологическим дорогам.*

*Савченко А.С.*
**Моторные масла из Омска** . . . 42

*Не может не радовать, что в России появляются современные производства, позволяющие выпускать конкурентоспособную продукцию. Мы приехали на Омский завод смазочных материалов (ОЗСМ), чтобы увидеть, как делают российское моторное масло.*

*Суворов А.С.*
**АВТОВАЗу 50 лет!** . . . 44

*ОАО "АВТОВАЗ" отмечает 50-летний юбилей. Полвека назад было принято правительственное Постановление о строительстве в г. Тольятти автомобильного завода. Завод строила вся страна. Несмотря на то, что строительство было запланировано в течение шести лет, предприятие было построено в рекордные сроки – три с половиной года. Уже в 1970 г. с конвейера ВАЗа сошли первые шесть автомобилей ВАЗ-2101.*

**Контракт на поставку масел для БЕЛАЗа** . . . 46
**Bosch предлагает впрыскивать воду в двигатель** . . . 47
**В Венгрии открылась первая станция G-Energy Service** . . . 48

**Учредитель**
ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

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

**Зам. главного редактора**
**А.С. Савченко**

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

**Состав редакционного совета:**
член-корр. АН РТ **Г.С. Дьяконов**
(Респ. Татарстан, г. Казань)
д.т.н. **В.А. Марков**
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
д.т.н. **Н.Г. Кириллов**
(ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург)
д.т.н. **И.М. Коклин**
(ООО "Газпром Трансгаз Ставрополь")
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 "Инновационное машиностроение")
д.х.н. **Р.М. Талышинский** (РАН ИНХС, г. Москва)
академик НАН РК, **Е.М. Шайхутдинов**
(Респ. Казахстан, г. Алматы)

**Редактор**
И.Л. Сильченкова

**Компьютерная верстка**
С.А. Жиркина

**Адрес и телефон редакции:**
107076, г. Москва, Колодезный пер., д. 2а, стр. 2
Тел.: 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
www.mashin.ru

Подписано в печать 31.10.2016 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49

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 № ФС77–63954**

*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.*

© ООО “Издательство “Инновационное машиностроение”, “АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо”, 2016

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

**№ 11 (116) 2016 г.** **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

# CONTENTS

## SCIENCE

*Nikolaev A.I.*
**Functional modeling tehnologigeskih process for producing carbon materials from liquid products elektrokrekinga organic raw materials** . . . . . 3
*Using the methodology of functional modeling to formalize processes for CNF, carbon composites and cokes with the necessary properties of the products elektrokrekinga organic material provides a hierarchically ordered, structured, visual description of the technological processes.*

*Likhanov V.A., Lopatin O.P.*
**Load modes of operation of the diesel engine with exhaust gas recirculation** . . . . . 10
*The paper presents the results of experimental studies on the effect of the use of compressed natural gas and exhaust gas recirculation on performance and economic indicators, characteristics of combustion and heat release, toxicity and smoke exhaust gases of a diesel engine 4F 11,0/12,5 at different load modes at rated engine speed.*

*Markov V.A., Zherdev A.A., Furman V.V., Kossova L.E.*
**Technologies of utilization of associated petroleum gas for electricity generation** . . . . . 17
*An opportunity of using the associated petroleum gas for electricity generation is considered. Possible ways of organizing the processes of fuel supply, ignition and combustion of associated oil gas in a diesel engine of the diesel generator set are presented.*

*Najafova M.A., Teyubov Kh. Sh., Mamedova T.A., Safarli I.A., Movsumov N.E., Abbasov M.M., Aliyeva S.K., Abbasov V.M.*
**The paramagnetic nature of liquid products of vegetable biomass pyrolysis** . . . . . 26
*The paramagnetic nature of liquid product of biomass is studied. The comparative analysis of received EPR ranges some fractions of oil Surakhani and Absheron the fields is carried out. It is established that of depending of biomass the characteristics of their ranges differ.*

## INFORMATION

*Kupriyanov S.V.*
**Prospects of development of gasification and gas-engine fuel market in the Tver** . . . . . 29
*August 24, 2016 in Tver, Chairman of the Board of PJSC "Gazprom" Viktor Zubkov held a meeting on the development of gas supply and gasification of the Tver region, as well as the status of settlements of the region consumers for supplied gas.*

*Savchenko A.S.*
**Moscow International Automobile Salon 2016** . . . . . 31
*Moscow International Automobile Salon – the main national exhibition event automotive subjects held in Russia every two years in even years. Another, already the sixth MIAS, held in the International Wxhibition Center "Crocus Expo" from August 24 to September 4, 2016.*

*Yakshin M.I.*
**TONAR started the production of large-capacity trains** . . . . . 40
*August 19, 2016 near Moscow plant TONAR introduced a new, unparalleled in Russia, a giant trailer capable of carrying more than 130 tons of cargo on technological roads.*

*Savchenko A.S.*
**Motor oil from Omsk** . . . . . 42
*It can not but rejoice, that in Russia there are modern production, allowing to produce competitive products. We arrived at the Omsk plant of lubricants (developments we) to see how to make the Russian motor oil.*

*Suvorov A.S.*
**AVTOVAZ 50 years** . . . . . 44
*JSC "AVTOVAZ" to celebrate its 50th anniversary. Half a century ago, it was made a government decree in the construction of car plant in Tolyatti. The plant built the entire country. Despite the fact that the construction has been planned for six years, the company was built in record time- three and a half years. Already in 1970, the assembly line went down the first six VAZ VAZ-2101.*

**The contract for the supply of oil to BELAZ** . . . . . 46
**Bosch offers to inject water into the engine** . . . . . 47
**In Hungary opened the first station G-Energy Service** . . . . . 48

**Founder**
LLC "Publishers "Innovative mashinostroenie"

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

**Deputy editor**
**A.S. Savchenko**

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

**The editorial board:**
corresponding member of the AS RT **G.S. D'yaconov** (Tatarstan Resp., Kazan)
doct. of techn. sc. **V.A. Markov** (Bauman MSTU, Moscow)
doct. of techn. sc. **N.G. Kirillov** (LLC "IPC Stirling-Technology", St. Petersburg)
doct. of techn. sc. **I.M. Koklin** (LLC "Gazpom Transgaz Stavropol")
corresponding member of the ANAS **Yu.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 "Innovative mashinostroenie" Publishers)
doct. of chem. sc. **R.M. Talyshinsky** (TIPS RAS, Moscow)
Academician of the NAS RK **E.M. Shaikhutdinov** (Kazakhstan Resp., Almaty)

**Editor**
I.L. Silchenkova

**Computer Design**
S.A. Zhirkina

**Address and phone edition:**
107076, Moscow, Kolodezniy per., 2a, str. 2
Tel.: 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77
E-mail: info.agzk-at@mashin.ru
info.agzk.at@gmail.com
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 FS77–63954**

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

© LLC “Innovative mashinostroenie" Publishers, “Autogas filling complex + alternative fuel”, 2016

УДК 665.521.9

# ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОКРЕКИНГА ЖИДКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

**А.И. Николаев,** канд. техн. наук, Московский технологический университет (МИТХТ)

Использование методологии функционального моделирования для формализации процессов получения УНВ, углеродных композитов и коксов с необходимыми свойствами из продуктов электрокрекинга органического сырья позволяет получить иерархически упорядоченное, структурированное, наглядное описание технологических процессов.

**Ключевые слова:** функциональное моделирование; электрокрекинг; коксование; углеродные нановолокна.

# FUNCTIONAL MODELING TEHNOLOGIGESKIH PROCESS FOR PRODUCING CARBON MATERIALS FROM LIQUID PRODUCTS ELEKTROKREKINGA ORGANIC RAW MATERIALS

**Nikolaev A.I.,** Ph.D of technnical sciences, the Moscow University of Technology (MITHT)

Using the methodology of functional modeling to formalize processes for CNF, carbon composites and cokes with the necessary properties of the products elektrokrekinga organic material provides a hierarchically ordered, structured, visual description of the technological processes.

**Keywords:** functional modeling; elektrokreking; coking; carbon nanofibers.

На рис. 1 представлена схема получения углеродных нановолокон (УНВ), коксов и углерод-углеродных композиционных матриалов (УУКМ) на основе продуктов электрокрекинга жидкокго органического сырья.

В предложенной схеме реализуются различные технологические процессы. Одним из методов их описания является методология функционального моделирования [1].

Функциональное моделирование процессами предполагает последовательное осуществление следующих этапов:

- вербальное описание технологических процессов;
- установление взаимосвязей между свойствами продукта и условиями их синтеза и выявление управляющих параметров;
- последовательная декомпозиция "от общего к частному" технологических процессов и процессов управления.

Проведение функционального моделирования позволяет четко регламентировать выполняемые действия, выбрать технологическое оборудование и управляющие параметры.

Исходя из этого, можно предложить следующее вербальное описание технологических процессов:

- Анализ состава сырья процесса электрокрекинга.

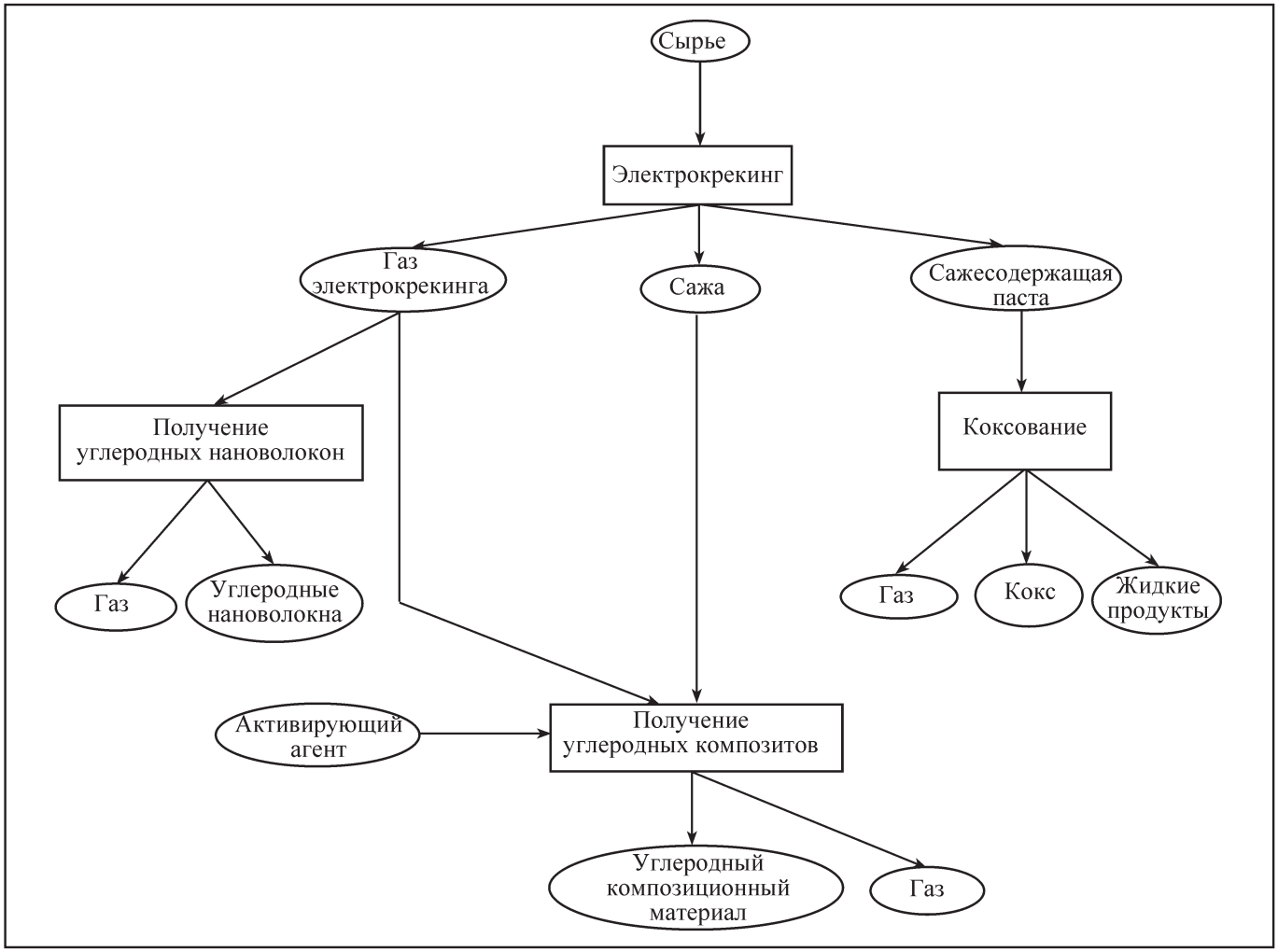



***Рис. 1.*** *Схема получения углеродных материалов на основе продуктов электрокрекинга*

Необходимость определения состава сырья связана с тем, что характеристики образующихся продуктов (газ и сажа) зависят от используемого сырья. Так, концентрация ацетилена в газах электрокрекинга углеводородных фракций различается. Кроме того, при наличии в составе сырья гетероатомных соединений в газах электрокрекинга могут присутствовать монооксид углерода, хлористый и цианистый водород, аммиак [2]. При образовании последних возникает необходимость в дополнительной стадии очистки газа электрокрекинга.

• Электрокрекинг органического сырья.

Технология электрокрекинга включает операции, связанные с подачей сырья в реактор и проведением процесса электрокрекинга. При разложении сырья образующаяся сажа диспергируется в объем жидкой фазы, что влияет на безопасность протекания процесса. Поэтому в технологии электрокрекинга необходимо предусматривать операцию фильтрации суспензии, продуктами которой являются сажа с адсорбированными на ее поверхности высокомолекулярными продуктами (паста) и фильтрат, возвращаемый на стадию электрокрекинга. Регулируя кратность циркуляции, можно варьировать состав жидкой фазы, поступающей на разложение, образующегося газа, а также характеристики паст и саж.

Для проведения процесса электрокрекинга предложены различные реакционные аппараты [3–6]. Многообразие их конструкций объясняется тем, что разложение сырья может осуществляться под воздействием различных типов электрических

разрядов. Так, реакторы, работа которых основывается на использовании низковольных нестационарных разрядов (ННР), характеризуются относительной простотой, что, совместно с невысоким потреблением электроэнергии на проведение процесса, является их преимуществом. Однако реакторы имеют и существенные недостатки. К ним относится невозможность управления: движением промежуточных контактов, что приводит к неравномерному износу электродов; частотой следования разрядов и скоростью опускания промежуточных контактов на стационарные электроды, что приводит к нестабильной работе реактора и колебаниям в потреблении электроэнергии. Следует также отметить, что в аппаратах, использующих ННР, сложно проводить разложение высоковязкого сырья.

Отмеченные недостатки отсутствуют у аппаратов, в которых разложение сырья осуществлялось под воздействием стационарного низковольтного дугового разряда (НДР), возникающего между двумя стационарно расположенными электродами, к которым подводится электрический ток. Однако одним из условий возникновения низковольтного разряда является необходимость расположения электродов на небольшом друг от друга расстоянии. Это является существенным недостатком конструкций аппаратов, так как служит причиной частых аварийных остановок реакторов из-за образующихся между электродами сажевых мостиков.

Одним из возможных путей решения этой проблемы являлось увеличение расстояния между электродами. Однако в этом случае на электроды необходимо подавать электрический ток высокого напряжения и возникающий при этом разряд является высоковольтным (ВДР). При этом возрастают затраты электрической энергии на проведение процесса, а также усложнялась электрическая схема подключения реактора.

Достоинства аппаратов, использующих НДР и ВДР, удалось совместить в аппарате, предложенном в работе [2]. Разложение сырья в реакторе происходит под воздействием низковольтной дуги переменного тока, возникающей в результате высоковольтного поджига. Такой способ возникновения и "горения" дугового разряда позволяет осуществлять регулирование размеров дуги за счет продольного перемещения электродов.

Реактор данной конструкции можно рекомендовать для промышленной реализации процесса электрокрекинга.

• Анализ состава газа элетрокрекинга.

Этот этап необходим для определения кратности циркуляции жидкой фазы на стадии электрокрекинга. Кроме того, компаундируя газ электрокрекинга с водородом, образующимся при синтезе УНВ, можно варьировать концентрацию ацетилена в сырьевом газе, меняя этим условия протекания процесса и характеристики образующегося продукта.

• Анализ состава паст электрокрекинга.

Необходимость определения характеристик паст обусловлено тем, что они определяют условия проведения электрокрекинга (кратность циркуляции и степень разложения сырья) и фильтрации.

• Получение УНВ.

Технологии получения УНВ из газа электрокрекинга должны включать операции нагрева газа до температуры проведения процесса, подачу газа и катализатора в реактор, проведение процесса получения УНВ, разделение твердых и газообразных продуктов, отделение УНВ от непрореагировавшего катализатора.

Для получения УНВ термокаталитическим разложением углеводородов предложено много различных способов. Так, например, согласно данным работы [7], получение УНВ предлагалось осуществлять в реакторе, конструкция которого предусматривала барботаж углеводородного газа через расплав солей металлов и находящийся в нем катализатор. Такой способ организации процесса получения УНВ характеризуется высокими энергозатратами на его проведение и необходимостью решения проблемы, связанной с извлечением продукта из реакционной среды.

Использование для получения УНВ аппаратов с кипящим слоем [8] позволило решить проблему удаления образующегося продукта из реакционной зоны реактора. Достоинством аппаратов такой конструкции являлось то, что они позволяли организовать постоянную компенсацию потерь катализатора, что увеличило время безостановочной работы реактора. В то же время, аппараты с кипящим слоем характеризуются существенными недостатками, к которым можно отнести сложную систему отбора целевого продукта, что обусловлено выводом из реактора УНВ совместно с исходным катализатором, а также их уносом газовым

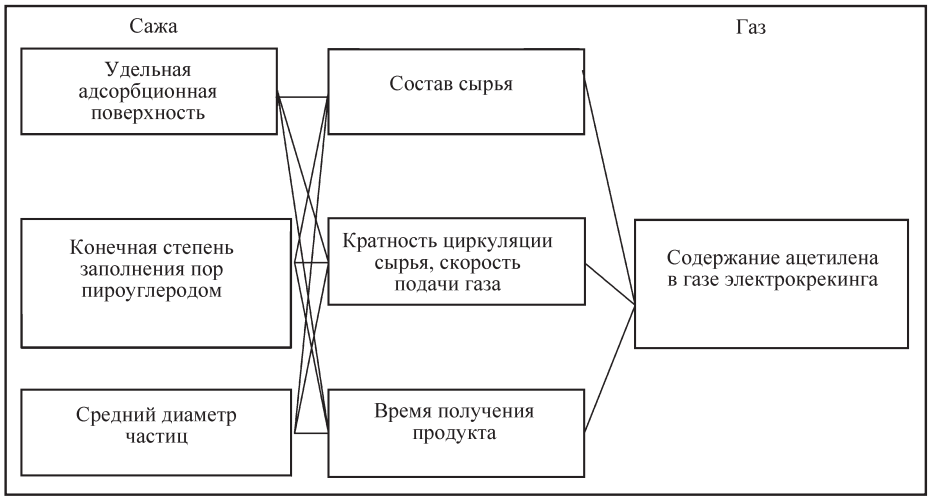



***Рис. 2.*** *Влияние технологических параметров на свойства продуктов электрокрекинга*

потоком. Кроме того, нельзя исключить возможность нарушения целостности формы УНВ из-за их взаимодействия с поверхностью стенок реактора, что не может не отражаться на характеристиках образующегося продукта.

В качестве реакционного устройства для получения УНВ рассматривали печи, предназначенные для получения сажистого железа [9]. Одним из существенных недостатков конструкций этих печей является то, что газ проходит над слоем катализатора, тем самым создается минимальная площадь их контакта и, как следствие этого, выход УНВ за проход невысок.

Отмеченные недостатки отсутствуют в реакторе "ссыпного" типа, конструкция которого рассмотрена в работе [10]. Реактор такой конструкции дает возможность совместить процесс получения углеродных нановолокон и сепарацию образующихся продуктов, что позволяет упростить технологию получения УНВ. Варьируя скорость подачи катализатора в зону синтеза, при одних и тех же условиях проведения процесса (температура, объемная скорость подачи газа, состав газа), можно получать продукт с различными характеристиками. Поэтому промышленное получение УНВ на основе газов электрокрекинга нужно осуществлять в реакторе "ссыпного типа".

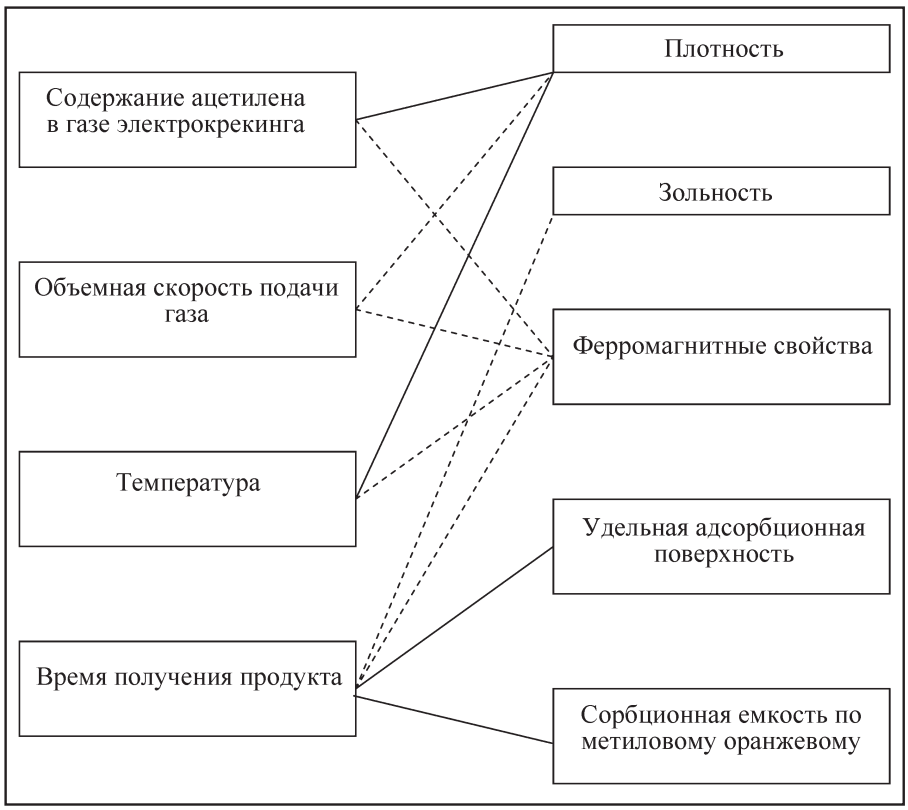



***Рис. 3.*** *Влияние технологических параметров на свойства УНВ*

• Получение коксов.

Получение кокса из исходной пасты электрокрекинга осуществимо с использованием обогреваемых кубов (коксование нефтяного сырья в обогреваемых кубах).

• Получение углеродных композитов.

***Рис. 4.*** *Влияние технологических параметров на свойства коксов*

Получение углерод-углеродного композиционного материала включает стадии пироуплотнения исходного материала и активации полученного композита.

Для проведения процесса пироуплотнения, согласно данным работы [11], можно использовать реактор с движущимся за счет вращения корпуса слоем пироуплотняемого материала. Под воздействием температуры, достигаемой за счет введения в реактор высокотемпературного потока продуктов полного горения топлива, происходит разложение газообразных углеводородов с отложением пироуглерода на поверхности частиц исходного материала. Такой способ проведения пироуплотнения можно рекомендовать для коксов, УНВ и сажи. Однако при пироуплотнении формованного кокса, из-за возможности разрушения формы материала, проводить процесс пироуплотнения с движущимся слоем нецелесообразно.

Для пироуплотнения формованного кокса необходимо использовать аппараты со стационарным слоем. Отложение пироуглерода на поверхности материала в аппаратах такой конструкции происходит в результате разложения углеводородного газа, подаваемого в объем реактора и проходящего через слой пироуплотняемого материала. Следует отметить, что такая организация процесса пироуплотнения, может приводить к неравномерному отложению пироуглерода. Устранить этот недостаток возможно за счет реверсивной подачи газа, а также использования вакуума.

Активацию углеродных материалов можно осуществлять в печах камерного типа марок Дессау, Лурги, Среп, используемых при производстве активных углей.

Взаимосвязь между свойствами образующихся продуктов и условиями их получения наглядно паказывают представленые на рис. 2–5 схемы (сплошная линия показывает прямую зависимость, а пунктирная – обратную).

В основе последовательной декомпозиция "от общего к частному" технологических процессов и процессов управления находится функциональная модель. Функциональная модель представляет собой совокупность взаимосвязанных графических диаграмм. Взаимосвязь диаграмм задает иерархию декомпозиции описываемых процессов.

Каждая графическая диаграмма состоит из функциональных блоков, описывающих технологический процесс или процесс управления. Каждый функциональный блок может быть детализирован на следующем шаге декомпозиции.

Функциональные блоки могут быть соединены стрелками, причем рассматривают четыре роли стрелок: ввод/вывод, управляющее воздействие и механизм реализации функций. Роль стрелок задается ее расположением относительно функцио-

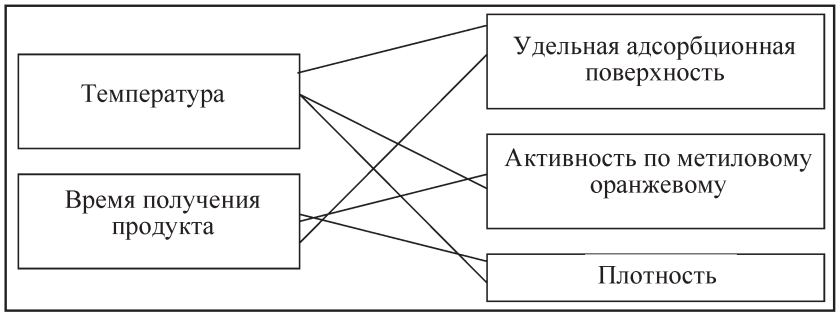



***Рис. 5.*** *Влияние технологических параметров на свойства углеродного композита*

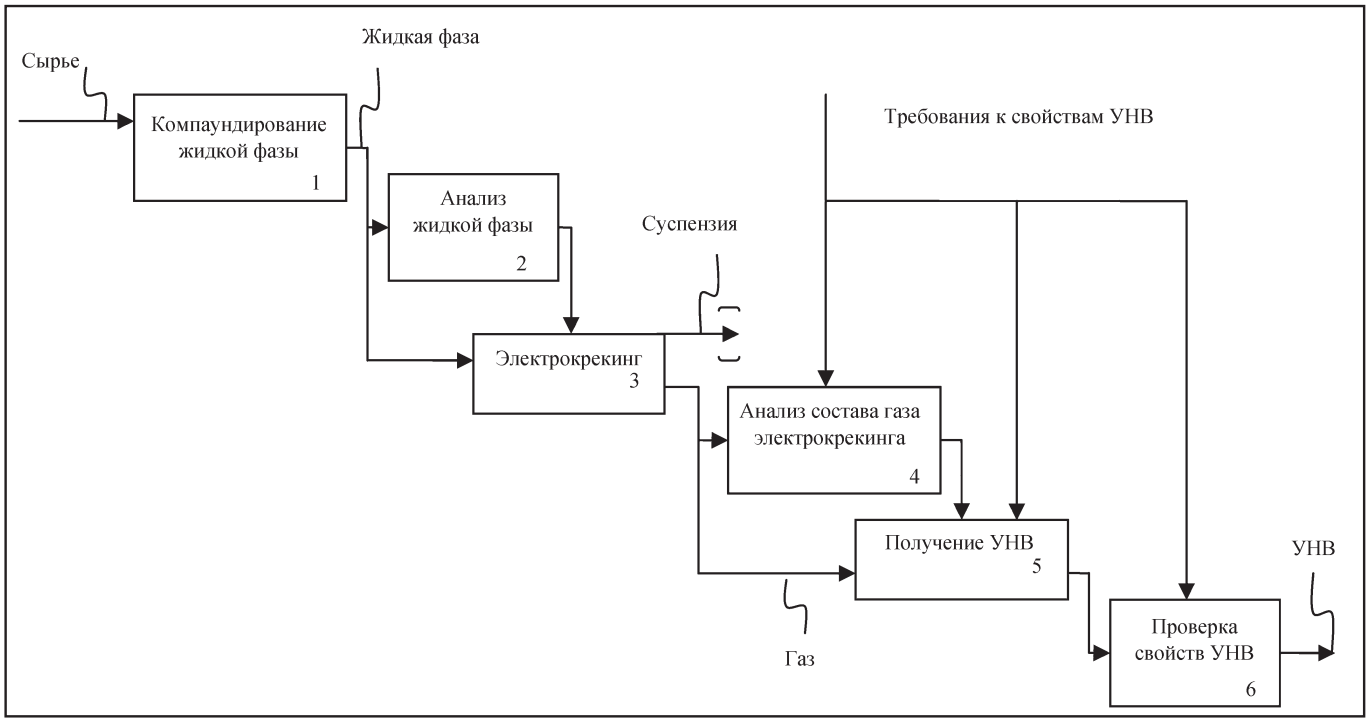



***Рис. 6.*** *Фрагмент корневой диаграммы (получение УНВ)*

нального блока: стрелка входящая в блок слева, обозначает входной параметр, стрелка, входящая сверху, – управление, стрелка, входящая снизу, – механизм реализации, стрелка, выходящая справа, – выходные параметры.

На рис. 6–8 представлены фрагменты корневой диаграммы схемы (рис. 1) относящийся к получению углеродных материалов.

На диаграмме представлены технологические и управляющие процессы. Входным параметром

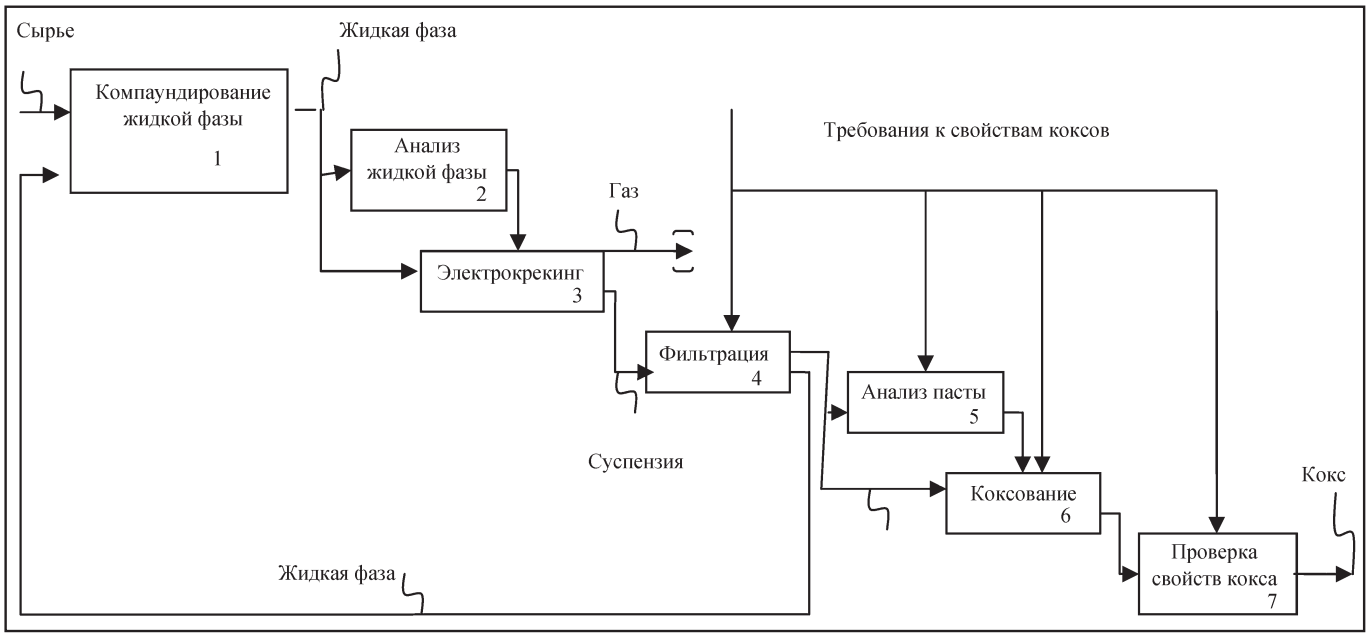



***Рис. 7.*** *Фрагмент корневой диаграммы (получение коксов)*

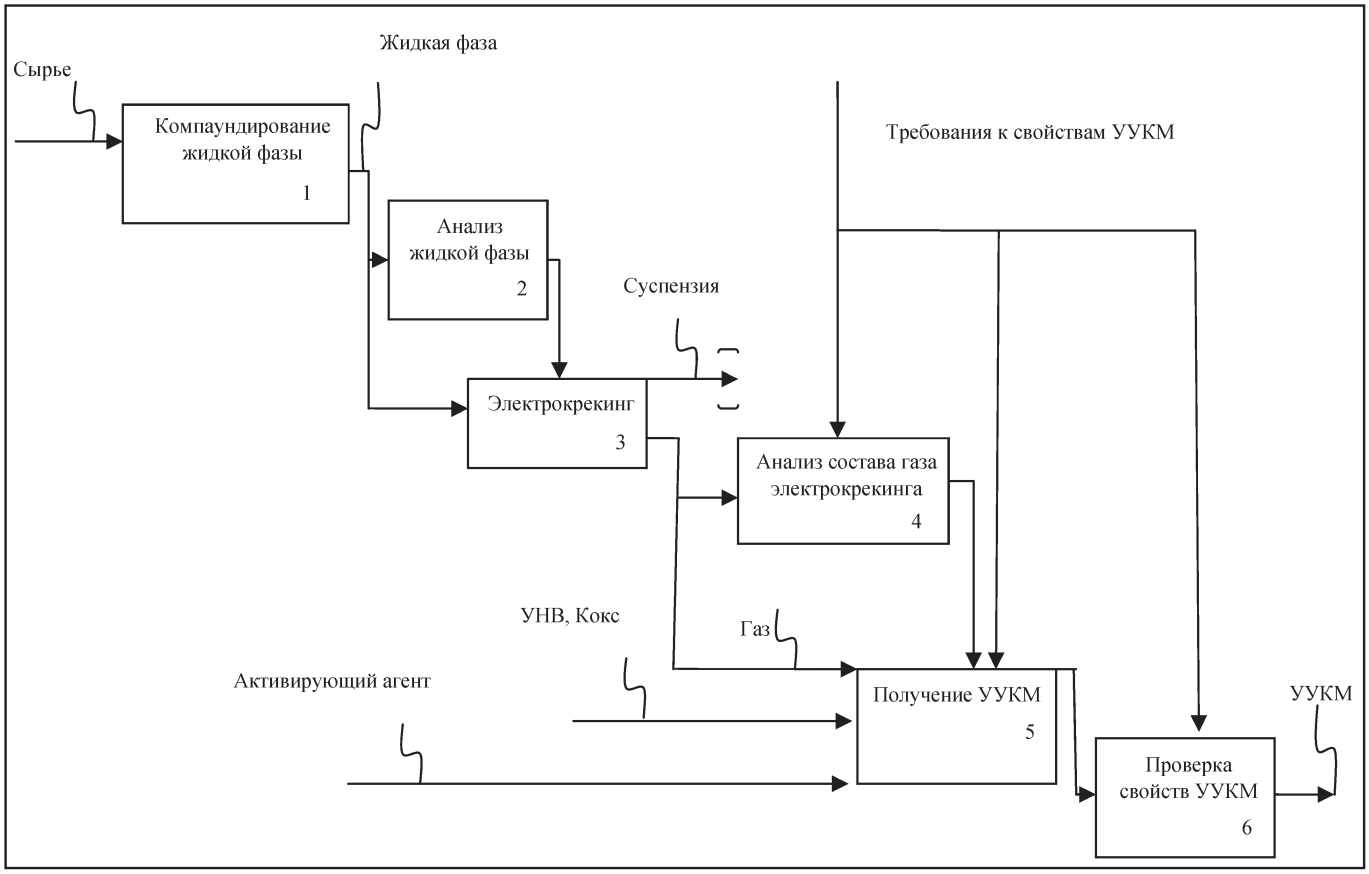



***Рис. 8.*** *Фрагмент корневой диаграммы (получение углерод-углеродных композиционных материалов)*

функционального блока, описывающего процесс электрокрекинга, является жидкая фаза, выходным – газ и суспензия. Дальнейшее применение суспензии на диаграмме не рассматривается, что показано с помощью туннельной стрелки. Газ поступает на вход функционального блока, описывающего получение УНВ, выходным параметром которого являются УНВ.

Таким образом, использование методологии функционального моделирования для формализации процессов получения УНВ, углеродных композитов и коксов с необходимыми свойствами позволяет получить иерархически упорядоченное, структурированное, наглядное описание технологических процессов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Рекомендации по стандартизации.** Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. М.: Госстандарт России, 2001. 19 с.

2. **Вишневецкий И.И.** Пиролиз жидких нефтяных углеводородов в высоковольтных импульсных электрических разрядах // Сб. "Техника высоких напряжений". Томск: Томский политехн. ин-т, 1973. С. 68–70.

3. **Николаев А.И.** Получение углерод-углеродных композиционных материалов на основе углеродных нановолокон газофазным способом // Тонкие химические технологии. 2015. № 2. С. 61–66.

4. **А. с. 179302 СССР, МПК С 07f, В 01g.** Реактор для получения ацетилена / Н.С. Печуро, О.Ю. Песин (СССР). № 946758/23-26; Заявл 11.03.1965 ; Опубл. 08.02.1966, Бюл. № 5. 2 с.

5. **А. с. 203816 СССР, МПК С 10G 15/00, С 07С 3/48.** Реактор для разложения жидких углеводородов / Н. С. Печуро, О. Ю. Песин (СССР). № 1007329/23-26 ; Заявл. 13.05.65 ; Опубл. 30.01.79, Бюл. № 4. 2 с.

6. **А. с. 586192 СССР, МПК С 10G 9/24, В 01J 8/00.** Реактор для разложения углеводородов / И.И. Вишневецкий, В.В. Малышев, Н.Д. Рязанов (СССР). № 2385071/23-26 ; Заявл. 15. 07. 76 ; Опубл. 30. 12. 77, Бюл. № 48. 2 с.

7. **А. с. 39904 СССР, МКИ 23b 5.** Аппарат для пирогенетического разложения нефтяных углеводородов / В.В. Татаринов (СССР). № 138405; Заявлено 03.12.33 ; Опубл. 30.11.34, Бюл. № 10. 2 с.

8. **Fester G.A.** Versuche uber die spaltung flussiger kohlenwasserstofe in lichtbogen // Erdol und Kohle. 1957. № 12. P. 840–842.

9. **Рукин Б.В., Острик Н.П., Дзнеладзе Ж.И.** Сажистое железо. М.: Металлургия, 1986. 103 с.

10. **Николаев А.И.** Реакционное оборудование для проведения электрокрекинга органического сырья и получения материалов на основе образующихся продуктов // АвтоГазоЗаправочный Комплекс+Альтернативное топливо, 2015. № 5. С. 4–9.

11. **Пат. 2270716 Российская Федерация, МПК В 01J 2/12, С 09С 1/60.** Способ получения гранулированного углеродного материала и реактор для его осуществления / Суровикин В.Ф., Цеханович М.С., Суровикин Ю.В., Пучков С.С. № 002129639/12; Заявл. 04.11.2002; Опубл. 27.02.2006. 9 с.

УДК 621.436

# НАГРУЗОЧНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ГАЗОДИЗЕЛЯ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

**В.А. Лиханов,** д-р техн. наук; **О.П. Лопатин,** канд. техн. наук,
ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию применения компримированного природного газа и рециркуляции отработавших газов на мощностные и экономические показатели, характеристики процесса сгорания и тепловыделения, токсичность и дымность отработавших газов дизеля 4Ч 11,0/12,5 на различных нагрузочных режимах при номинальной частоте вращения коленчатого вала.

**Ключевые слова:** дизель; компримированный природный газ; рециркуляция отработавших газов; сгорание; оксиды азота; токсичность; отработавшие газы.

# LOAD MODES OF OPERATION OF THE DIESEL ENGINE WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION

**Likhanov V.A.,** Dr. of technical sciences; **Lopatin O.P.,** Ph.D. of technical sciences, VPO Vyatka State Agricultural Academy, Kirov

The paper presents the results of experimental studies on the effect of the use of compressed natural gas and exhaust gas recirculation on performance and economic indicators, characteristics of combustion and heat release, toxicity and smoke exhaust gases of a diesel engine 4F 11,0/12,5 at different load modes at rated engine speed.

**Keywords:** diesel; compressed natural gas; exhaust gas recirculation; combustion; oxides of nitrogen; toxicity; exhaust gases.

В Вятской государственной сельскохозяйственной академии на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов проведены исследования по переводу дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) для работы на компримированном природном газе (КПГ, ПГ). Применение в дизеле ПГ приводит к значительному увеличению содержания в отработавших газах (ОГ) оксидов азота [1]. Поэтому для снижения содержания оксидов азота в ОГ газодизеля была применена рециркуляция отработавших газов (РОГ). Исследования проводились на двух углах опережения впрыскивания топлива (УОВТ) ($\Theta_{впр}$ = 23° – оптимальный для газодизельного с РОГ процесса и $\Theta_{впр}$ = 26° – оптимальный для дизельного процесса [1]). Зависимости эффективных показателей работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам на оптимальном для газодизельного с РОГ процессе установочном УОВТ 23° в зависимости от изменения нагрузки представлены на рис. 1, *а*.

Применение РОГ на газодизельном процессе приводит к росту удельного эффективного расхода топлива. Причем при малом эффективном давлении в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа удельный эффективный расхода топлива, например, при работе с 20 %-ной РОГ, возрастает на 2,3 %, тогда как при номинальной нагрузке $g_e$ выше на 6,6 % газодизельного процесса, но ниже на 10,1 % дизельного процесса. Применение 40 %-ной РОГ в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа приводит к росту $g_e$ на 3,5 %. Снижение же степени рециркуляции до 10 % на номинальном режиме приводит к росту $g_e$ всего на 2,8 %

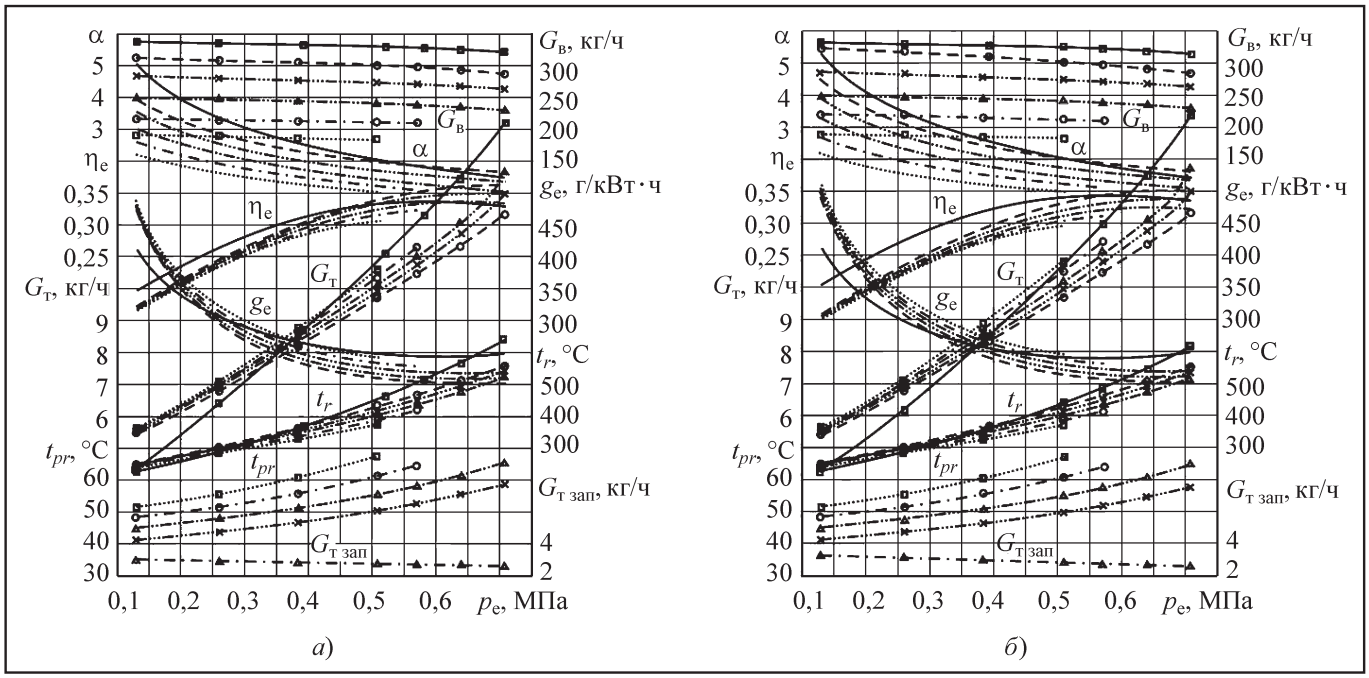



***Рис. 1.*** *Влияние применения ПГ и РОГ на эффективные показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при n = 2200 мин$^{-1}$:*

*а* – $\Theta_{впр}$ = 23°; *б* – $\Theta_{впр}$ = 26°; □—□ – дизельный процесс; ○---○ – газодизельный процесс; ×---× – рециркуляция 10 %; △---△ – рециркуляция 20 %; ○---○ – рециркуляция 30 %; □---□ – рециркуляция 40 %; △---△ – расход запального ДТ

относительно газодизельного процесса, что на 13,5 % ниже дизельного процесса.

Эффективный КПД при работе на газе с 40 %-ной РОГ в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа снижается на 3,0–3,5 % относительно чисто газодизельного процесса. При работе на номинальной нагрузке с 20 %-ной РОГ $\eta_e$ ниже на 6,6 %. Снижение же степени рециркуляции до 10 % на номинальном режиме приводит к снижению $\eta_e$ на 3,0 % относительно газодизельного процесса, что на 4,2% выше дизельного процесса. Часовой расход топлива на номинальном режиме при работе на газе с 20 %-ной РОГ увеличивается на 6,4 %, при работе с 10 %-ной РОГ увеличивается на 2,7 %, что ниже на 12,5 % дизельного процесса.

Температура ОГ при работе с РОГ снижается незначительно на больших нагрузках с увеличением степени РОГ. Расход воздуха снижается пропорционально количеству присаженных во впускной коллектор ОГ. Температура рециркулируемых ОГ увеличивается с увеличением степени рециркуляции и во всем диапазоне изменения нагрузок при степени рециркуляции ρ = 40 % не превышает 68 °С. Рост удельного эффективного расхода топлива и снижение эффективного кпд при работе на газодизельном процессе с РОГ относительно чисто газодизельного процесса связаны с ухудшением процесса сгорания в результате ограниченности необходимого количества воздуха для окисления топлива [2].

Нагрузочные характеристики работы газодизеля 4Ч 11,0/12,5 по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам на установочном угле опережения впрыскивания топлива 26° представлены на рис. 1, *б*. Из графиков видно, общая картина изменения показателей работы дизеля не изменилась. Применение РОГ на газодизельном процессе приводит также к росту удельного эффективного расхода топлива и снижению эффективного кпд, причем кривые $\eta_e$ лежат несколько ниже аналогичных кривых при $\Theta_{впр}$ = 23°.

Содержание токсичных компонентов в ОГ газодизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при частоте вращения 2200 мин$^{-1}$ и установочном УОВТ 23° представлено на рис. 2, *а*. Из графиков видно, что применение КПГ в дизеле 4Ч 11,0/12,5 приводит к увеличению содержания оксидов азота в ОГ. Так, на номинальном режиме работы это увеличение составляет 24,1 %, а при

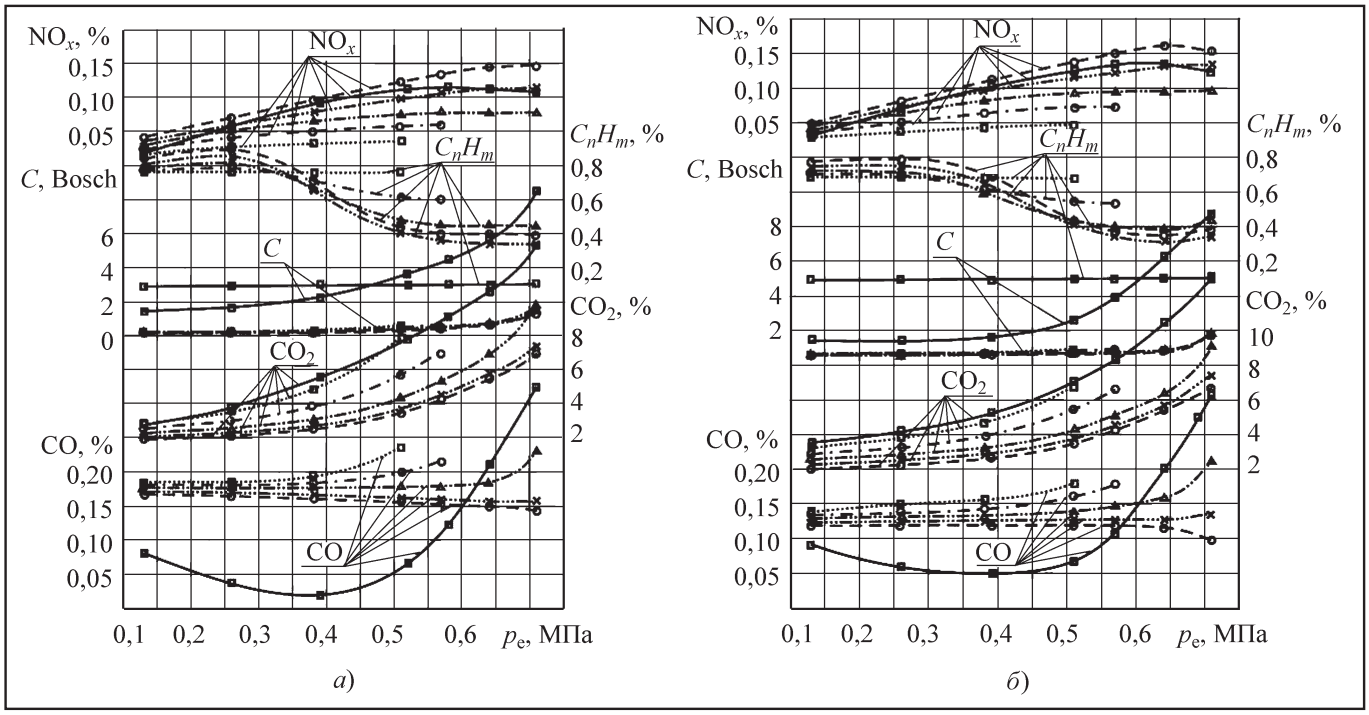



***Рис. 2**. Влияние применения ПГ и РОГ на показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при n = 2200 мин$^{-1}$:*

*а* – $\Theta_{впр}$ = 23°; *б* – $\Theta_{впр}$ = 26°; □—□ – дизельный процесс; ○---○ – газодизельный процесс; ×---× – рециркуляция 10 %; △---△ – рециркуляция 20 %; ○---○ – рециркуляция 30 %; □---□ – рециркуляция 40 %

$p_e$ = 0,13 МПа выброс оксидов азота увеличивается на 60,5 %. Применение РОГ снижает содержание оксидов азота в ОГ во всем диапазоне изменения нагрузок. При работе по газодизельному процессу с 40 %-ной РОГ в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа происходит снижение $NO_x$ до 63,4 %.

При работе газодизеля на номинальном режиме с 10 %-ной РОГ содержание $NO_x$ в ОГ ниже на 24,1 % газодизельного процесса и соответствует дизельному процессу. Применение РОГ вызывает неоднозначное влияние на содержание суммарных углеводородов в ОГ. Так, при работе газодизеля с 40 %-ной РОГ на малых нагрузках от 0,13 до 0,26 МПа происходит снижение $C_nH_m$ на 8,7–14,5 %, но при $p_e$ = 0,51 МПа происходит увеличение на 42,5 %.

При работе на номинальном режиме с 10 %-ной РОГ происходит снижение $C_nH_m$ на 9,9 %, а при увеличении степени РОГ до 20 % происходит увеличение выброса $C_nH_m$ с ОГ на 10,2 % относительно чисто газодизельного процесса. Существенно снижается содержание в ОГ сажи при работе по газодизельному процессу. При работе газодизеля с 40 %-ной РОГ на малых нагрузках увеличение сажесодержания в ОГ не превышает 5 %. При работе на номинальном режиме с 10 %-ной РОГ происходит увеличение выбросов сажи на 4,1 %, при ρ = 20 % – на 12,5 %. Применение РОГ на газодизеле приводит к росту CO и $CO_2$ во всем диапазоне изменения нагрузок. Так, при работе с 40 %-ной РОГ при средних нагрузках от 0,26 до 0,38 МПа рост составляет от 12,3 до 17,1 % и от 42,2 до 48,8 % для CO и $CO_2$ соответственно. При работе с 20 %-ной РОГ на номинальной нагрузке рост составляет 18,9 и 20,0 %, при снижении РОГ до 10 % увеличение составляет 6,3 и 5,1 % для CO и $CO_2$ соответственно. Необходимо отметить, что значительный рост суммарных углеводородов на больших нагрузках обусловлен неполнотой сгорания топлива в условиях недостатка окислителя с увеличением степени РОГ [3].

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения на-

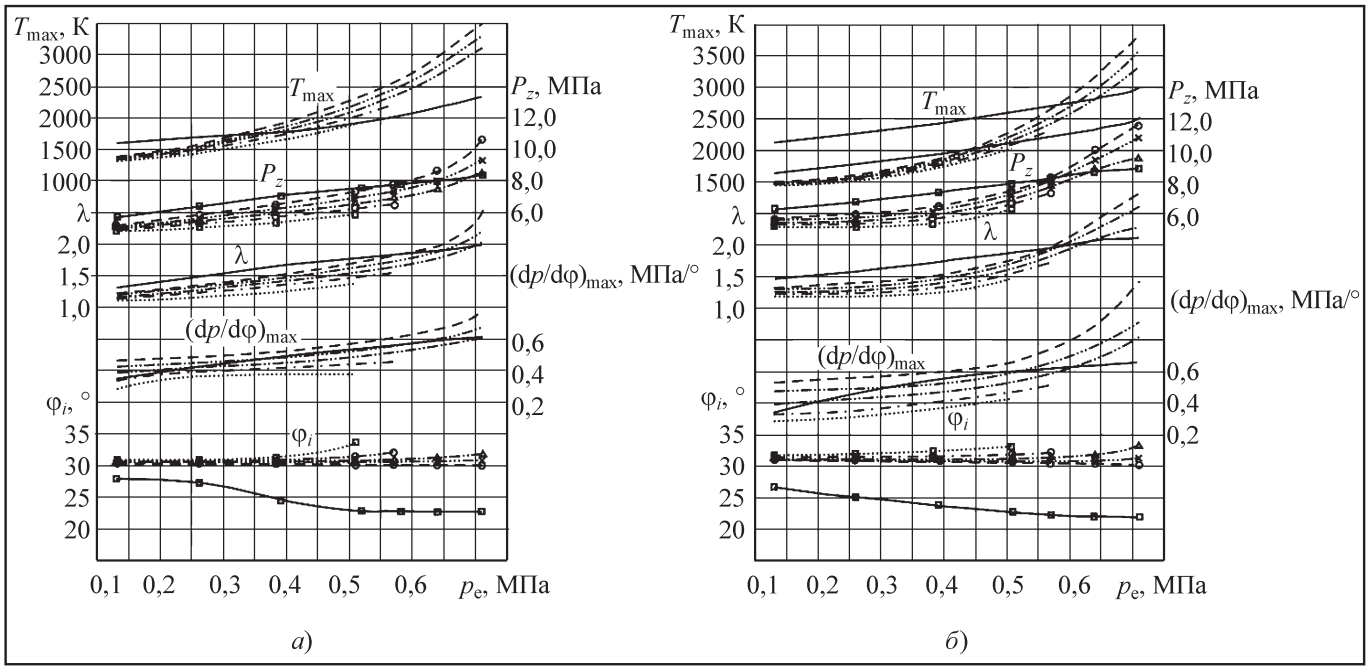



***Рис. 3.*** *Влияние применения ПГ и РОГ на показатели процесса сгорания дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при n = 2200 мин$^{-1}$:*

*а* – $\Theta_{впр}$ = 23°; *б* – $\Theta_{впр}$ = 26°; □—□ – дизельный процесс; ○---○ – газодизельный процесс; ×-----× – рециркуляция 10 %; △-----△ – рециркуляция 20 %; ○-·-·-○ – рециркуляция 30 %; □-----□ – рециркуляция 40 %

грузки при частоте вращения 2200 мин$^{-1}$ и установочном УОВТ 26° представлено на рис. 2, *б*. Закономерности изменения содержания токсичных компонентов в ОГ при работе по газодизельному и газодизельному с РОГ процессам аналогичны рассмотренным выше. Изменяются лишь абсолютные значения.

Показатели процесса сгорания дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам в зависимости от изменения нагрузки для частоты вращения 2200 мин$^{-1}$ и установочных углов 23 и 26° представлены на рис. 3.

Из графиков видно, что кривые максимальной температуры газов в цилиндре, максимального давления, степени повышения давления и жесткости процесса сгорания при работе по газодизельному с РОГ процессу лежат ниже кривых чисто газодизельного процесса во всем диапазоне изменения нагрузок и уменьшаются с увеличением степени РОГ. Так, при работе по газодизельному процессу с 40 %-ной РОГ при $\Theta_{впр}$ = 23° в диапазоне изменения нагрузок от 0,13 до 0,51 МПа происходит снижение, по сравнению с газодизельным процессом, максимальной температуры газов на 100–400 К, максимального давления на 7,9–19,2 % и жесткости процесса сгорания на 40,4–34,5 %. При работе по газодизельному процессу с 10 %-ной РОГ на номинальной нагрузке происходит снижение по сравнению с газодизельным процессом максимальной температуры газов на 150 °К, максимального давления на 3,5 % и жесткости процесса сгорания на 15,5 %; при работе с 20 %-ной РОГ – максимальной температуры газов на 300 °К, максимального давления на 9,4 % и жесткости процесса сгорания на 18,8 %. Угол, соответствующий периоду задержки воспламенения, при газодизельном с РОГ процессе выше, чем при газодизельном на всех нагрузочных режимах и увеличивается с увеличением степени РОГ.

Характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре газодизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе по дизельному, газодизельному и газодизельному с РОГ процессам при частоте вращения 2200 мин$^{-1}$ и установочных УОВТ 23 и 26° в зависимости от изменения нагрузки представлены на рис. 4.

Из графиков видно, что применение КПГ приводит к увеличению максимального содержания оксидов азота в цилиндре. Так, на номинальном

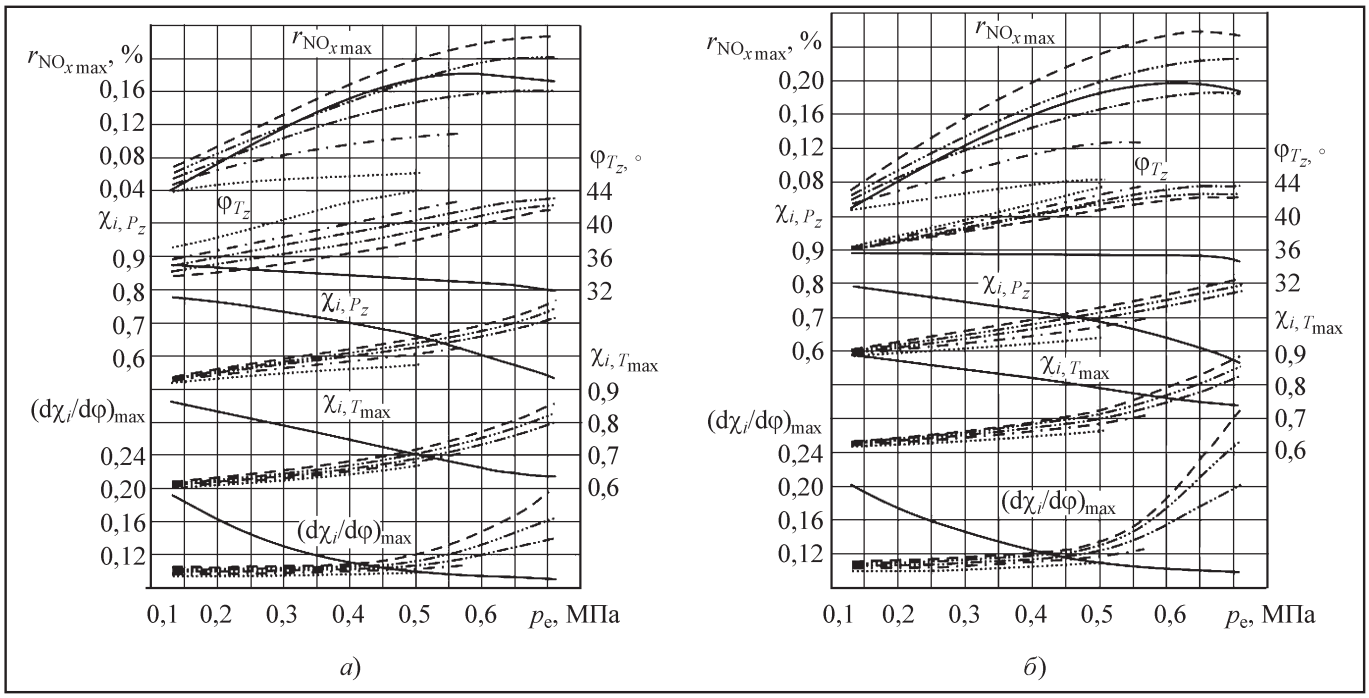



***Рис. 4.*** *Влияние применения ПГ и РОГ на характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при n = 2200 мин$^{-1}$:*

*а* – $\Theta_{впр}$ = 23°; *б* – $\Theta_{впр}$ = 26°; —— – дизельный процесс; ---- – газодизельный процесс; –·–·– – рециркуляция 10 %; –··–··– – рециркуляция 20 %; –···–···– – рециркуляция 30 %; ····· – рециркуляция 40 %

режиме работы это увеличение составляет 23,2 %, а при $p_e$ = 0,13 МПа максимальное содержание оксидов азота увеличивается на 42,0 %. Применение РОГ снижает максимальное содержание оксидов азота в цилиндре газодизеля во всем диапазоне изменения нагрузок. При работе по газодизельному процессу с 40 %-ной РОГ в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа происходит сниже-

*Таблица 1*

**Мощностные и экономические показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{впр}$ = 23° и номинальном режиме ($p_e$ = 0,64 МПа, $n$ = 2200 мин$^{-1}$)**

| Дизель 4Ч 11,0/12,5 | Показатели | | |
|---|---|---|---|
| | $N_e$, кВт | $g_e$, г/(кВт·ч) | $G_T$, кг/ч |
| Дизельный процесс | 55,2 | 243 | 13,4 |
| Применение КПГ | 55,2 (соответствует ДТ) | 207 (снижение на 14,8 %) | 11,4 (снижение на 14,9 %) |
| Применение КПГ и РОГ (10 %) | 55,2 (соответствует ДТ) | 212 (снижение на 12,8 %) | 11,7 (снижение на 12,7 %) |
| Применение КПГ и РОГ (20 %) | 55,2 (соответствует ДТ) | 218 (снижение на 10,3 %) | 12,0 (снижение на 10,5 %) |

*Таблица 2*

**Мощностные и экономические показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{впр}$ = 26° и номинальном режиме ($p_e$ = 0,64 МПа, $n$ = 2200 мин$^{-1}$)**

| Дизель 4Ч 11,0/12,5 | Показатели | | |
|---|---|---|---|
| | $N_e$, кВт | $g_e$, г/(кВт·ч) | $G_T$, кг/ч |
| Дизельный процесс | 55,8 | 240 | 13,4 |
| Применение КПГ | 54,8 (снижение на 1,8 %) | 208 (снижение на 13,3 %) | 11,4 (снижение на 14,9 %) |
| Применение КПГ и РОГ (10 %) | 54,8 (снижение на 1,8 %) | 213 (снижение на 11,3 %) | 11,7 (снижение на 12,7 %) |
| Применение КПГ и РОГ (20 %) | 54,8 (снижение на 1,8 %) | 219 (снижение на 8,8 %) | 12,0 (снижение на 10,5 %) |

ние максимального содержания оксидов азота на 45,0–57,6 %.

Характер протекания характеристик тепловыделения, как при газодизельном, так и при газодизельном с РОГ процессам отличается от характеристик дизельного процесса. Значения активного выделения тепла при максимальном давлении газов, активного выделения тепла при максимальной температуре и максимума скорости активного тепловыделения при работе по газодизельному с

*Таблица 3*

**Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{впр}$ = 23° и номинальном режиме ($p_e$ = 0,64 МПа, $n$ = 2200 мин$^{-1}$)**

| Дизель 4Ч 11,0/12,5 | Показатели | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Оксиды азота, $NO_x$, % | Сажа, С, ед. по шкале bosch | Диоксид углерода, $CO_2$, % | Оксид углерода, CO, % | Суммарные углеводороды, $CH_x$, % |
| Дизельный процесс | 1100 | 5,8 | 10,9 | 0,21 | 0,11 |
| Применение КПГ | 1450 (увеличение на 31,8 %) | 0,9 (снижение в 6,4 раза) | 5,6 (снижение на 48,6 %) | 0,15 (снижение на 28,6 %) | 0,40 (увеличение в 3,6 раза) |
| Применение КПГ и РОГ (10 %) | 1100 (соответствует ДТ) | 1,0 (снижение в 5,8 раз) | 5,9 (снижение на 45,9 %) | 0,16 (снижение на 23,8 %) | 0,36 (увеличение в 3,3 раза) |
| Применение КПГ и РОГ (20 %) | 750 (снижение на 31,8 %) | 1,1 (снижение в 5,3 раза) | 7,0 (снижение на 35,8 %) | 0,18 (снижение на 14,3 %) | 0,45 (увеличение в 4,1 раза) |

*Таблица 4*

**Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{впр}$ = 26° и номинальном режиме ($p_e$ = 0,64 МПа, $n$ = 2200 мин$^{-1}$)**

| Дизель 4Ч 11,0/12,5 | Показатели | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Оксиды азота, $NO_x$, % | Сажа, С, ед. по шкале bosch | Диоксид углерода, $CO_2$, % | Оксид углерода, CO, % | Суммарные углеводороды, $CH_x$, % |
| Дизельный процесс | 1320 | 6,2 | 10,5 | 0,20 | 0,11 |
| Применение КПГ | 1650 (увеличение на 25,0 %) | 1,0 (снижение в 6,2 раза) | 5,5 (снижение на 47,6 %) | 0,12 (снижение на 40,0 %) | 0,35 (увеличение в 3,2 раза) |
| Применение КПГ и РОГ (10 %) | 1300 (снижение на 1,5 %) | 1,1 (снижение в 5,6 раз) | 5,8 (снижение на 44,8 %) | 0,13 (снижение на 35,0 %) | 0,32 (увеличение в 2,9 раза) |
| Применение КПГ и РОГ (20 %) | 900 (снижение на 31,8 %) | 1,2 (снижение в 5,2 раза) | 6,4 (снижение на 39,1 %) | 0,16 (снижение на 20,0 %) | 0,39 (увеличение в 3,6 раза) |

РОГ процессу уменьшаются с увеличением степени рециркуляции во всем диапазоне изменения нагрузок. Значения $\varphi_{T_z}$ на всех нагрузочных режимах с увеличением степени РОГ увеличиваются по отношению к чисто газодизельному процессу.

**Вывод.** На основании экспериментальных стендовых исследований рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе ПГ с РОГ установлена закономерность подачи рециркулируемых газов в зависимости от нагрузки дизеля, позволяющая регулировать до 40 % ОГ, и определены параметры оптимальных регулировочных показателей (табл. 1–4).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизелей путем применения альтернативных видов топлива: Монография. Киров: Вятская ГСХА, 2009. 500 с.

2. **Лопатин О.П.** Результаты индицирования рабочего процесса газодизеля на режиме максимального крутящего момента. Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 5 (18). С. 8–9.

3. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Модель расчета содержания оксидов азота в цилиндре газодизеля. В сборнике: Общество, наука, инновации (НПК – 2014) Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция: Сборник материалов: общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ. Вятский государственный университет, 2014. С. 2001–2004.

*УДК 621.436*

# ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ*

**В.А. Марков,** д-р техн. наук; **А.А. Жердев,** д-р техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;
**В.В. Фурман,** канд. техн. наук, ППП "Дизельавтоматика", г. Саратов;
**Л.Е. Косова,** АО "ВНИИЖТ", г. Щербинка (Москва)

Рассмотрена возможность использования попутного нефтяного газа для генерирования электроэнергии. Представлены возможные способы организации процессов топливоподачи, воспламенения и сгорания попутного нефтяного газа в дизельном двигателе дизель-генераторной установки.

**Ключевые слова:** дизель-генераторная установка; дизельный двигатель; газодизельный двигатель; дизельное топливо; попутный нефтяной газ.

# TECHNOLOGIES OF UTILIZATION OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS FOR ELECTRICITY GENERATION

**Markov V.A.,** Dr. of technical sciences; **Zherdev A.A.,** Dr. of technical sciences;
**Furman V.V.,** Ph.D. of technical sciences; **Kossova L.E.**

An opportunity of using the associated petroleum gas for electricity generation is considered. Possible ways of organizing the processes of fuel supply, ignition and combustion of associated oil gas in a diesel engine of the diesel generator set are presented.

**Keywords:** diesel generator set; diesel engine; gas-diesel engine; diesel fuel; associated petroleum gas.

Современный этап развития мировой экономики характеризуется ярко выраженными кризисными явлениями, замедлением темпов развития экономического потенциала стран Запада, нестабильностью национальных экономик многих ведущих промышленных стран, падением их платежеспособности, повышенным уровнем инфляции [1]. Некоторый подъем мировой экономики, наблюдавшийся после масштабного кризиса 2007–2008 гг., вновь сменился снижением динамики промышленного производства, экономической и финансовой стагнацией. Тем не менее в 2010 г. мировое потребление нефти превысило предыдущий максимум 2007 г. более чем на 1 %, достигнув уровня 87,4 млн бар. в сутки. Прогнозы дальнейшего развития мирового топливно-энергетического комплекса на ближайшую перспективу не предсказывают значительного снижения добычи нефти и потребления различных нефтепродуктов.

В условиях мирового экономического кризиса топливно-энергетический комплекс России продолжает динамично развиваться. Добыча основных энергоносителей – нефти и природного газа – ежегодно увеличивается. В последние годы ежегодный прирост добычи нефти составлял 1,8–2,0 %, а рост природного газа – 2,8–3,0 % (рис. 1) [1]. Годовая добыча нефти превысила

** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Соглашения о предоставлении субсидии № 14.577.21.0125 от 20.10.2014 г. (федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.). Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0125.*

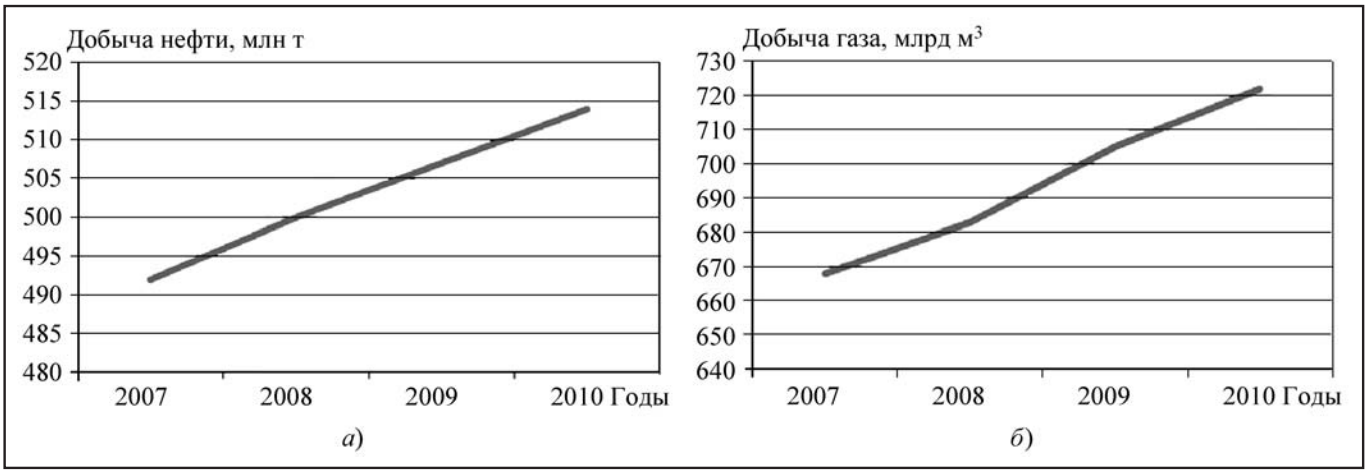



***Рис. 1.*** *Динамика увеличения добычи нефти (а) и природного газа (б) в России*

500 млн т. При этом нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли России продолжают оставаться базовыми отраслями, предопределяющими рост национальной экономики.

Одной из проблем, возникающих при добыче и переработке нефти, является необходимость утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ), представляющего собой смесь различных газообразных, растворенных в нефти. Они выделяются в процессе добычи нефти. К нефтяным газам также относятся газы, образующиеся при перегонке нефти, газы крекинга нефти и других технологических процессов ее переработки. Таким образом, особенностью нефтяного попутного газа является его выделение на любой из стадий от разведки и добычи до конечной реализации нефти и нефтепродуктов.

Известны различные пути утилизации попутного нефтяного газа – его сжигание непосредственно в местах добычи нефти (без утилизации полученного тепла – так называемые факельные системы), сжигание с использованием полученного тепла на собственные нужды (например, на обогрев различных объектов), закачка ПНГ обратно в пласт или скважину для интенсификации нефтеотдачи (поддержания пластового давления), подготовка ПНГ и его последующая сдача (в очищенном виде) в газотранспортную систему, выработка из ПНГ электроэнергии, химическая переработка ПНГ с получением жидких углеводородных продуктов (так называемые GTL-методы), его использование в нефтехимической промышленности для производства пластмасс, полимеров и др. Современные инновационные подходы дают возможность отказаться от факельных систем утилизации в пользу выработки электрической энергии для собственных нужд или для ее передачи в промышленные электрические сети.

Попутные нефтяные газы, получаемые при добыче нефти, по своему составу достаточно разнообразны [2]. Их основным компонентом является метан, однако в их состав входят и другие углеводороды – этан, пропан, этилен, пропилен и др. При этом доля метана в попутных нефтяных газа может меняться в широких пределах – от 30 до 90 %, доля этана – от 3 до 20 % и т.д. (табл. 1) [3]. Физико-химические свойства этих компонентов сильно разнятся (табл. 2). В связи с этим указанные свойства попутных нефтяных газов различных нефтяных месторождений варьируются в широких пределах. В частности, низшая теплота сгорания попутных нефтяных газов может изменяться от 37 до 55 кДж/м$^3$ (см. табл. 1). Различны при этом и другие физико-химические свойства попутных нефтяных газов и, следовательно, параметры газового двигателя, в котором эти газы сжигаются. Это подтверждается данными рис. 1, на котором приведены обобщенные параметры газового двигателя, работающего на газообразных топливах с различной теплотворной способностью [3]. Более того, состав ПНГ одного и того же месторождения может изменяться во времени, причем возможны резкие изменения этого состава. Эти факторы создают определенные трудности при разработке технологий использования попутного нефтяного газа для генерации электроэнергии с использованием двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

*Таблица 1*

**Низшая теплота сгорания и состав газов попутных нефтяных газов различных нефтяных месторождений**

| Месторождение | Низшая теплота сгорания, кДж/м$^3$ | Состав, % (об.) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Метан $CH_4$ | Этан $C_2H_6$ | Пропан $C_3H_8$ | Бутан $C_4H_{10}$ | Пентан $C_5H_{12}$+ более тяжелые | Азот $N_2$ + + редкие | Диоксид углерода $CO_2$ |
| Бориславское | 37 610 | 92,2 | 3,9 | 1,5 | 0,9 | 1,3 | – | 0,2 |
| Ромашкинское | 52 130 | 48,0 | 16,6 | 16,1 | 7,3 | 2,9 | 9,1 | – |
| Туймазинское | 54 640 | 37,5 | 20,0 | 18,5 | 7,7 | 4,0 | 12,2 | 0,1 |

*Таблица 2*

**Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов, входящих в состав попутных нефтяных газов**

| Физико-химические свойства | Углеводороды | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Нормальные парафиновые | | | | | Изопара-финовые | Олефиновые | | | |
| | Метан | Этан | Пропан | Бутан | Пентан | Изобутан | Этилен (этен) | Пропилен (пропен) | Бутилен (бутен-1) | Изобутилен (изобутен) |
| Формула состава | $CH_4$ | $C_2H_6$ | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ | $C_5H_{12}$ | $C_4H_{10}$ | $C_2H_4$ | $C_3H_6$ | $C_4H_8$ | $C_4H_8$ |
| Молекулярная масса | 16,04 | 30,07 | 44,09 | 58,12 | 72,15 | 58,12 | 28,05 | 42,08 | 56,11 | 56,11 |
| Плотность газовой фазы при $t$ = 0 °С и $p$ = 0,1 МПа, кг/м$^3$ | 0,717 | 1,356 | 2,019 | 2,703 | 3,220 | 2,668 | 1,261 | 1,915 | 2,500 | 2,500 |
| Цетановое число | 3 | 8 | 16 | 25 | 41 | – | – | – | – | – |
| Температура кипения при $p$ = 0,1 МПа, °С | –161,6 | –88,6 | –42,0 | –0,5 | 36,1 | –11,7 | –103,7 | –47,0 | –6,3 | –7,0 |
| Теплота сгорания низшая (масс.), кДж/кг | 49 948 | 47 160 | 45 938 | 45 406 | 45 359 | 45 406 | 46 842 | 45 615 | 45 125 | 45 125 |
| Теплота сгорания низшая (об.), кДж/м$^3$ | 35 797 | 63 748 | 91 251 | 118 645 | 146 119 | 118 645 | 59 063 | 86 018 | 113 508 | 113 508 |
| Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг/кг | 17,2 | 16,1 | 15,7 | 15,4 | 15,3 | 15,4 | 14,8 | 14,8 | 14,8 | 14,8 |
| Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 м$^3$ вещества, м$^3$/м$^3$ | 9,53 | 16,66 | 23,80 | 30,94 | 38,08 | 30,94 | 14,28 | 22,42 | 28,56 | 28,56 |

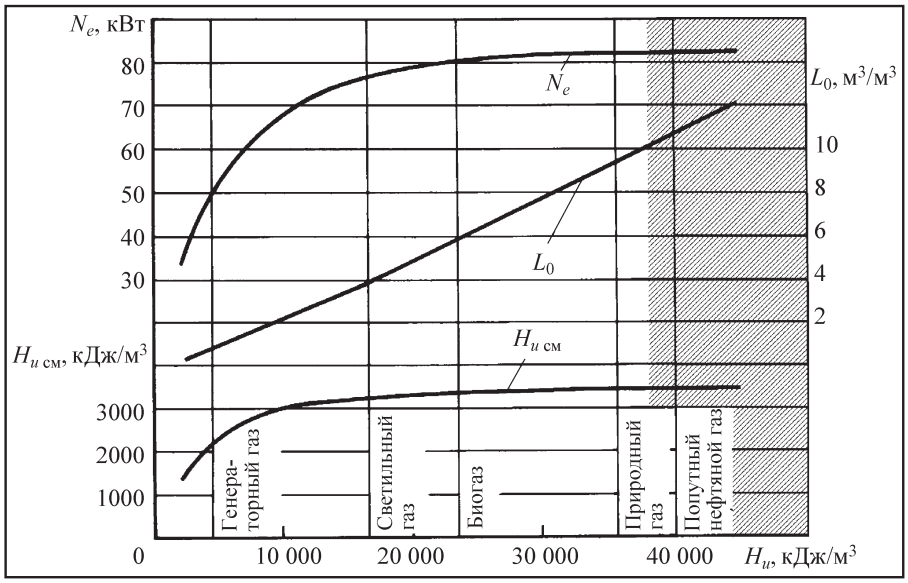



***Рис. 2.*** *Зависимость теплотворной способности газовоздушной смеси $H_{исм}$, теоретически необходимого для сгорания 1 м$^3$ топлива количества воздуха $L_o$ и эффективной мощности $N_e$ газового двигателя, работающего на режиме n = 1000 мин$^{-1}$ и α = 1, от теплотворной способности газа $H_и$*

При создании генераторных установок, работающих на газообразных топливах, в качестве первичных двигателей могут быть использованы различные типы двигателей [4–6]. Газовые и газожидкостные двигатели отличаются большим разнообразием способов организации рабочих процессов и конструкций, но их можно классифицировать по типу применяемого газового топлива, особенностям организации процессов смесеобразования, воспламенения и сгорания, а также по принципу регулирования этих двигателей (рис. 3) [5, 6].

Одним из основных признаков классификации газовых двигателей является тип организации воспламенения газообразного топлива. Газовые двигатели обычно разрабатываются на базе серийно выпускаемых ДВС, работающих на жидком топливе. При этом сжигание газовых топлив возможно как в двигателях с принудительным воспламенением (бензиновых двигателях), так и в двигателях с воспламенением от сжатия (дизелях). Первые промышленные образцы газовых двигателей создавались на базе двигателей с искровым зажиганием и предназначались для работы только на газообразном топливе. Внешнее смесеобразование было организовано в них путем установки во впускном трубопроводе газовоздушных смесителей, что позволяло сохранить неизменной конструкцию головки цилиндров. В СССР были созданы газовые двигатели с внутренним смесеобразованием и форкамерно-факельным зажиганием на базе транспортных двигателей размерностей 8,5/11 и 12/14 (двигатель ГЧ 8,5/11 и др.). По такой же схеме работали двигатели большой размерности для двигатель-генераторных установок (дизель *8* ГЧН 26/26 и др.). Эти двигатели работали на сжатом газе.

Разработаны двигатели с искровым воспламенением, в которых сжигается бензогазовоздушная смесь, т.е. двухтопливные двигатели с одновременной подачей в камеру сгорания бензина и газообразного топлива. Работа этих двигателей с внутренним смесеобразованием и качественным регулированием состава рабочей смеси на природном газе возможна только при нагрузках свыше 55 % от полной. Это сужает область применения таких двигателей.

Таким образом, возможны различные подходы к организации рабочего процесса сжигания газовых топлив в ДВС. Попутный нефтяной газ целесообразно сжигать в дизельных двигателях, отличающихся высокими степенями сжатия (16–18 ед. против 7–8 ед. у бензиновых двигателей), высокими коэффициентами избытка воздуха (1,5–1,7 ед. против 1,0–1,05 ед. у бензиновых двигателей) и меньшей чувствительностью к свойствам топлива. Воспламенение низкоцетановых топлив наиболее эффективно за счет запальной дозы нефтяного дизельного топлива. Для генерации электроэнергии из попутного нефтяного газа наиболее рациональным представляется использование именно таких двухтопливных (газодизельных) двигателей, в которых попутный нефтяной газ воспламеняется в камере сгорания от запальной дозы нефтяного дизельного топлива. Причем для двигателей небольшой мощности (до 50–80 кВт) целесообразна подача попутного газа на вход его впускного трубопровода. Запальная доза топлива обычно составля-

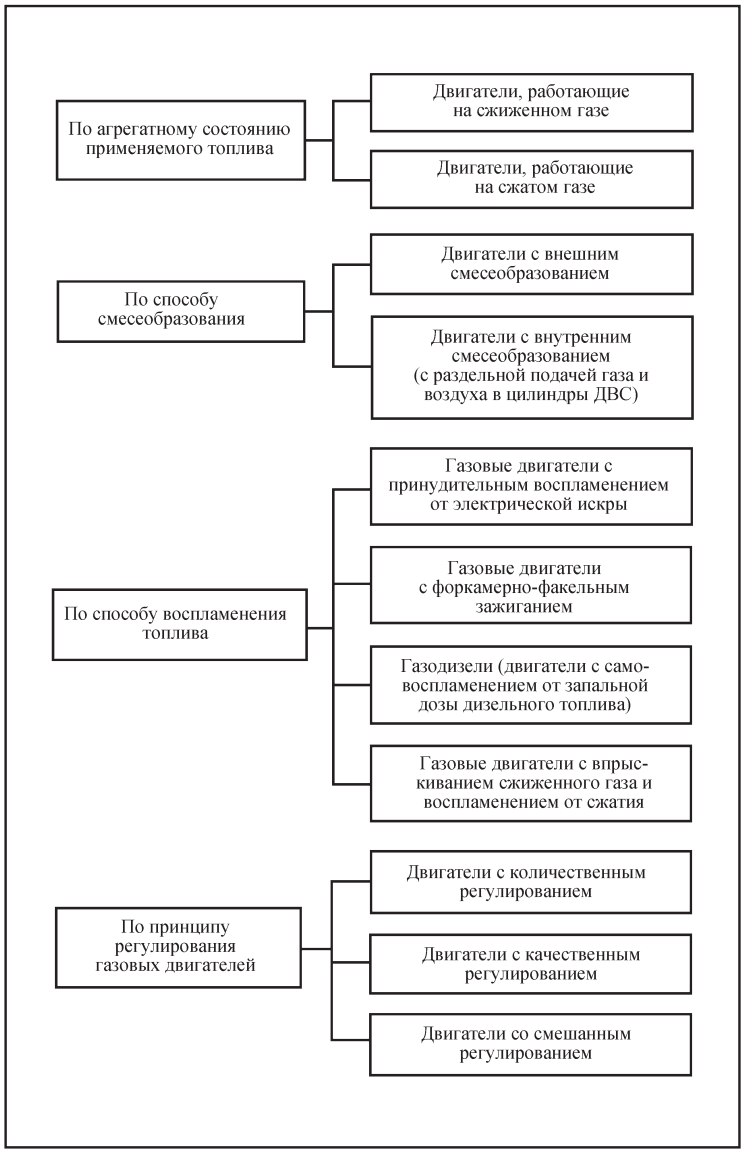



***Рис. 3.*** *Способы организации рабочих процессов газовых и газожидкостных двигателей*

ет 15–20 % от полной подачи на номинальном режиме работы дизель-генераторной установки. Воспламенение попутного нефтяного газа от запальной дозы дизельного топлива, позволяет генерировать электроэнергию при питании дизеля попутными нефтяными газами различного состава. При этом необходимо лишь скорректировать величину запальной дозы дизельного топлива.

Дизель-генераторная установка, работающая по этому принципу, создана в МГТУ им. Н.Э. Баумана на базе серийно выпускаемого дизель-генератора с дизелем типа Д-243 (4 Ч 11/12,5) производства Минского моторного завода (ММЗ). Принципиальная схема разработанной системы топливоподачи двух топлив – попутного нефтяного газа (ПНГ) и нефтяного дизельного топлива (ДТ) в газодизеле и схема выработки электроэнергии из ПНГ представлена на рис. 4. Эта система топливоподачи для газодизеля включает топливный насос высокого давления (ТНВД) с механическим регулятором, обеспечивающим регулирование подачи газообразного топлива в сопло, установленное на входе во впускной коллектор дизеля, и подачи запальной дозы нефтяного дизельного топлива через штатные форсунки дизеля. Поскольку, как отмечено выше, выход нефтяного попутного газа нестабилен во времени, как по количеству газа, так и по его составу, необходима установка буфера для сбора этого газа. Давление газа в буфере должно поддерживаться на уровне 2–3 бар, объем буфера должен быть примерно в 5–10 раз больше часового расхода топлива в дизеле, в нижней части буфера необходимо предусмотреть отвод воды и механических примесей. Буфер выполняет функции накопителя нефтяного попутного газа, сглаживания (усреднения) состава газа и его очистки. Из буфера нефтяной попутный газ подается в цилиндры дизеля.

Мощность описанной установки составляет около 36 кВт при частоте вращения 1500 мин$^{-1}$. Расход газового топлива на номинальном режиме (режиме максимальной мощности) равен 6–7 кг/ч, а расход запального дизельного топлива – около 1,7 кг/ч (около 20 % от общей подачи топлива на режиме с полной нагрузкой). При снижении нагрузки доля запального нефтяного топлива уменьшается, и на режиме холостого хода дизель работает только на нефтяном дизельном топливе. Возможна реализация указанного рабочего процесса и в более мощных дизель-генераторных установках. Следует также отметить, что в разработанной дизель-генераторной установке возможно сжигание различных газообразных топлив – природного газа, попутного нефтяного газа, биогаза, генераторного газа и др. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность и эффективность этой дизель-генераторной установки.

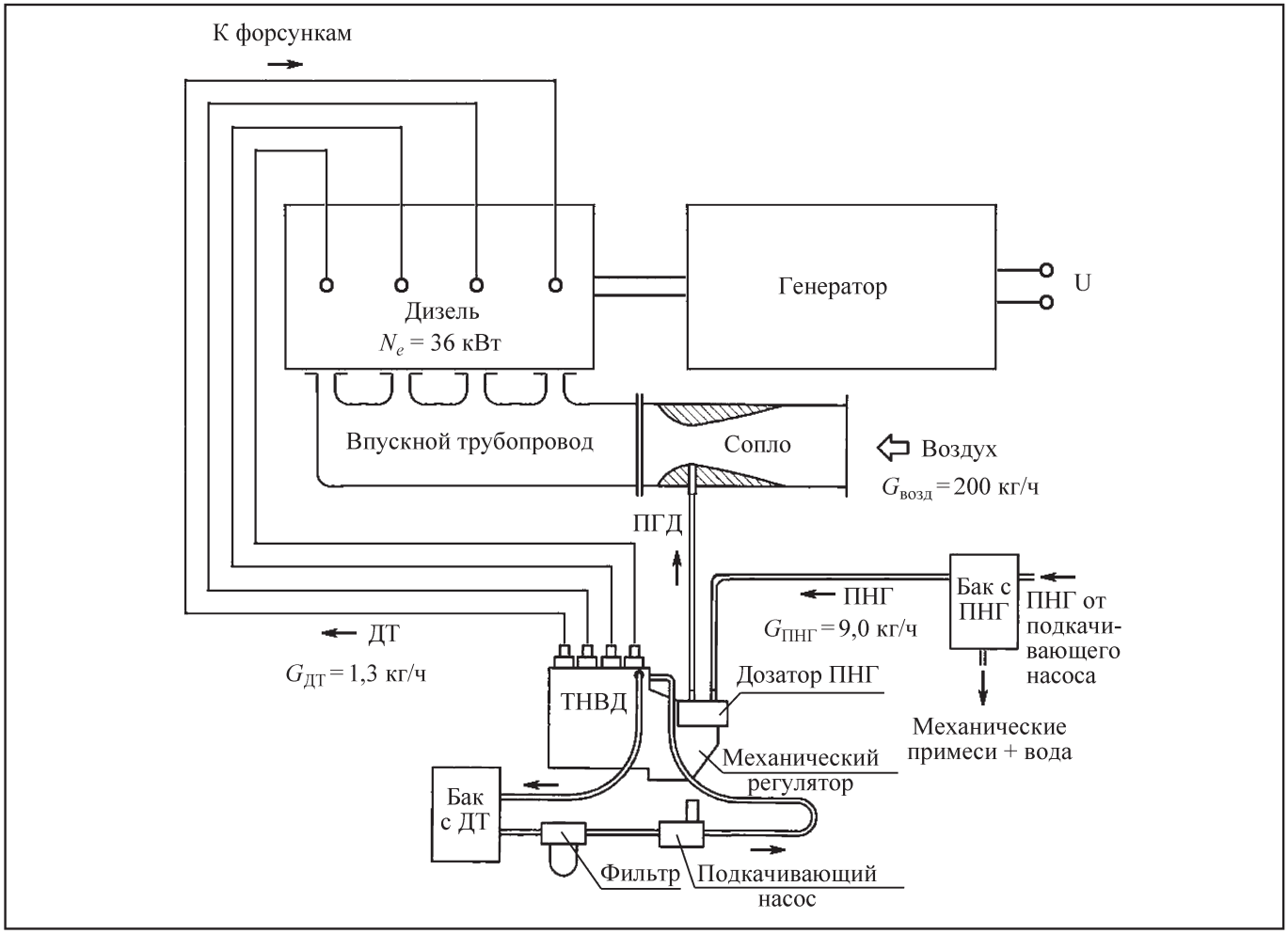



***Рис. 4.*** *Принципиальная схема разработанной системы топливоподачи двух топлив в газодизеле и схема выработки электроэнергии из ПНГ*

В дизеле рассмотренной дизель-генераторной установки использована камера сгорания (КС) типа ЦНИДИ (Центральный научно-исследовательский дизельный институт) и организовано объемно-пленочное (пристеночное) смесеобразование с частичным попаданием топливных струй на горячие боковые стенки КС, прилегающие к горловине (рис. 5). Это позволяет обеспечить стабильное воспламенение различных газообразных топлив, отличающихся от нефтяного дизельного топлива худшей воспламеняемостью (пониженным цетановым числом). Преимуществом такой организации рабочего процесса является достаточно полный охват КС струями нефтяного дизельного топлива. В результате достигается надежное воспламенение газообразного топлива во всем объеме КС.

Для двигателей большей мощности (более 100 кВт и выше) также целесообразна организация двухтопливной работы, но подачу газового топлива необходимо дозировать на каждый цилиндр двигателя, т.е. использовать систему распределенной подачи газообразного топлива двигателя. В этой системе использованы газовые дозаторы, устанавливаемые на каждый цилиндр дизеля (для более равномерного дозирования газового топлива), а воспламенение газового топлива осуществляется от запальной дозы дизельного топлива, подаваемого электронно-управляемой системой топливоподачи. Эта система топливоподачи обеспечивает равномерное распределение газового топлива по цилиндрам двигателя и более точное поддержание в них коэффициента избытка воздуха. В результате достигаются лучшие показатели топ-

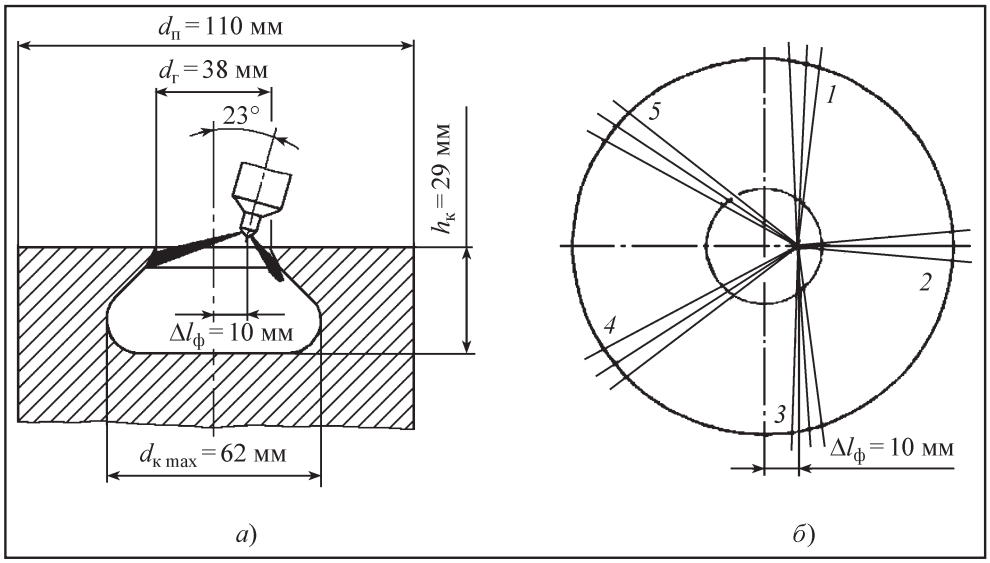



***Рис. 5.*** *Камера сгорания дизеля типа Д-243 со схемой расположения форсунки (а) и ориентация струй распыливаемого топлива в КС (б):*
*1–5* – номера струй распыливаемого топлива $\Delta l_ф$ = 10 мм

ливной экономичности и токсичности отработавших газов. Такая система топливоподачи разработана в ОАО "ППП Дизельавтоматика" (г. Саратов) и выпускается малыми сериями для оснащения ею дизельных двигателей различного назначения. Основное назначение описанной системы – адаптация дизельных двигателей к работе на природном газе, но после подрегулировки этой системы она может быть использована и для питания двигателя попутным нефтяным газом.

Схема описанной системы подачи газообразного топлива представлена на рис. 6. Основными элементами этой системы являются элементы штатной системы топливоподачи (ТНВД, нагнетательные топливопроводы, форсунки для подачи нефтяного дизельного топлива), регулятор с ограничителем запальной дозы дизельного топлива; газовый дозатор, микропроцессорный блок автоматического контроля работы системы топливоподачи, датчик частоты вращения коленчатого вала газодизеля; усилитель мощности этого датчика, комплекты монтажных частей и кабелей связи. Газовоздушные смесители этой системы позволяют подавать газообразное топливо непосредственно под тарелку впускного клапана дизеля (рис. 7).

В рассмотренных выше системах топливоподачи газообразное топливо поступает непосредственно в цилиндры двигателя. Но возможна организация рабочего процесса газодизеля, при реализации которой газовое топливо подается в линию высокого давления (ЛВТ) штатной системой топливоподачи дизельного двигателя, где оно смешивается с нефтяным дизельным топливом. Схема такой системы топливоподачи газового топлива в ЛВД линию высокого давления штатной системы топливоподачи дизеля представлена на рис. 8 [5, 7, 8]. В этом случае газовое топливо подается в нагнетательный топливопровод *6*, по которому дизель-

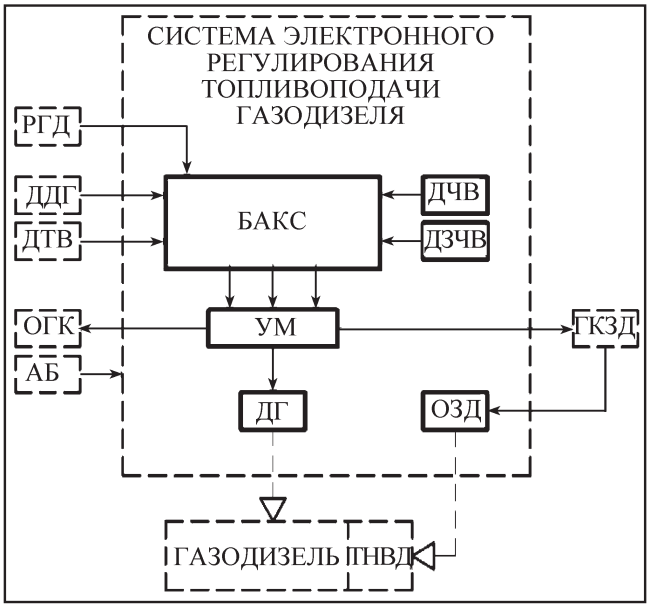



***Рис. 6.*** *Структурная схема системы электронного управления подачей газа типа СЭРГ500, разработанной ОАО "ППП Дизельавтоматика":*
АБ – аккумуляторная батарея; БАКС – блок автоматического контроля системы; ГКЗД – электромагнитный газовый клапан включения запальной дозы дизельного топлива; ДГ – газовый дозатор; ДДГ – датчик давления газа; ДЗЧВ – датчик задания частоты вращения; ДТВ – датчик температуры охлаждающей жидкости; ДЧВ – датчик частоты вращения; ОЗД – ограничитель запальной дозы дизельного топлива; ОГК – электромагнитный отсечной клапан

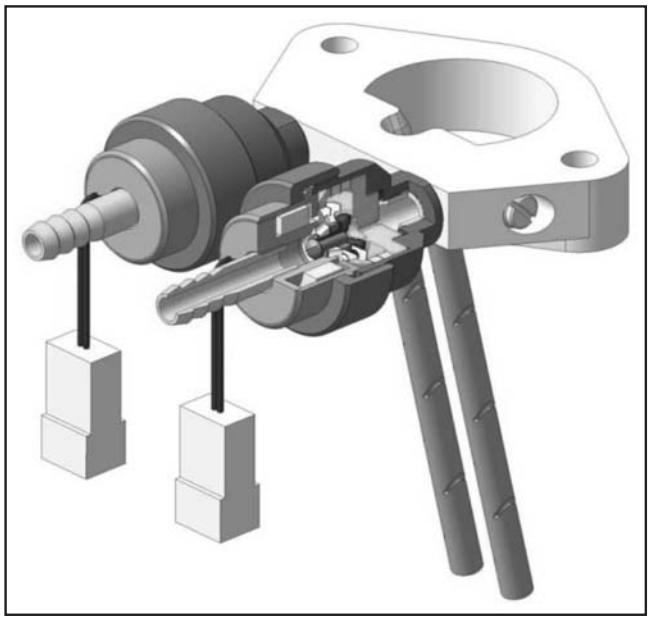


***Рис. 7.*** *Электронные газовые клапаны и газовый смеситель для мощного газодизельного двигателя*

ное топливо от ТНВД *4* поступает к форсунке *13*. В период между впрыскиванием в нагнетательном топливопроводе устанавливается низкое давление (за счет разгружающего действия нагнетательного клапана *5*), и газовое топливо из баллона *9* самотеком (или за счет давления, создаваемого баллоном *8* или нагнетателем *11*) через клапан *12* поступает в топливопровод *6*, где и происходит его смешивание с дизельным топливом. При этом подача газового топлива может быть неуправляемой (дозирование происходит за счет перепада давлений на клапане *12*) или управляемой (электронно-управляемым клапаном *14*). При этом смешивание дизельного и газового топлив происходит в топливопроводе *6*, а не во впускном коллекторе или в камере сгорания дизеля. Затем образовавшаяся смесь впрыскивается в камеру сгорания, где воспламенение газового топлива осуществляется от запального дизельного топлива.

Кроме организации воспламенения низкоцетановых газообразных топлив от запальной дозы дизельного топлива известны и другие способы адаптации ДВС к работе на газовых топливах. Среди них – организация воспламенения смеси от свечи зажигания, и частный случай такого процесса – реализация форкамерно-факельного зажигания.

Созданы и серийно выпускаются газовые двигатели с воспламенением газового топлива от свечи зажигания. Их отличие от обычных бензиновых двигателей заключается в необходимости увеличения энергии зажигания из-за плохой воспламеняемости газового топлива. В результате ресурс работы этих свечей значительно ниже, чем в бензиновых двигателях. Для обеспечения надежного воспламенения всего объема рабочей смеси смещают носовую часть свечи вглубь камеры сгорания, т.е. приближают зону электрического разряда свечи к центральной зоне КС за счет удлинения носовой части свечи (рис. 9), и увеличивают зазор между электродами свечи (увеличивают энергию электрического разряда).

Для снижения необходимой для воспламенения газового топлива энергии электрического разряда смеси разработаны системы форкамерно-факельного зажигания (рис. 10). При форкамерно-факельном зажигании основная часть газовоздушной смеси подается из впускного трубопровода *5* в основную камеру сгорания *6*. Небольшая часть газа поступает в дополнительную камеру *1* (форкамеру), в которой смесь воспламеняется от искры све-

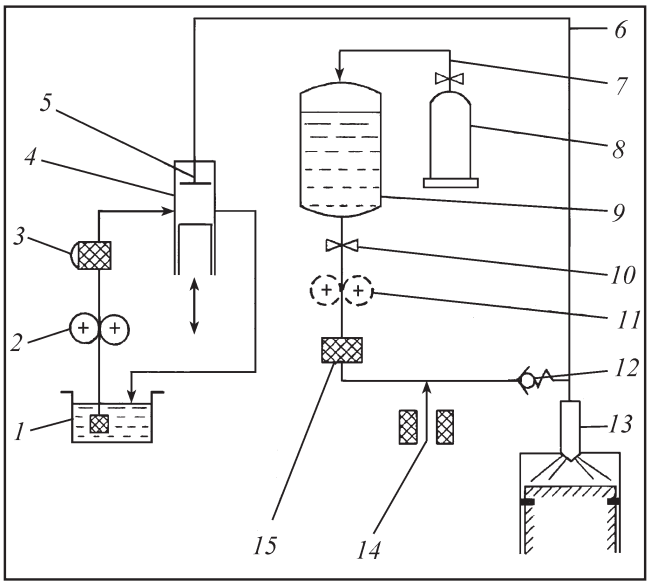



***Рис. 8.*** *Схема системы топливоподачи газового топлива в линию высокого давления системы топливоподачи дизельного двигателя:*
*1* – бак с ДТ; *2* – подкачивающий насос ТНВД; *3* – топливный фильтр; *4* – штатный ТНВД; *5* – нагнетательный клапан; *6* – нагнетательный топливопровод; *7* – линия подачи сжатого воздуха; *8* – баллон со сжатым воздухом; *9* – баллон с газовым топливом; *10* – вентиль; *11* – нагнетатель; *12* – обратный клпан; *13* – дизельная форсунка; *14* – электронно-управляемый клапан; *15* – фильтр

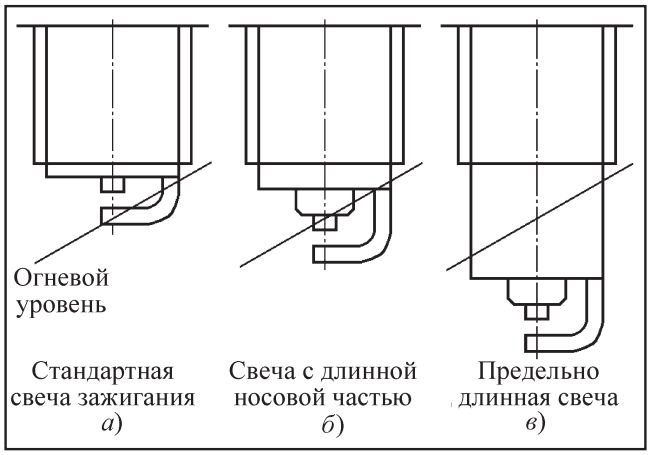



***Рис. 9.*** *Типы свечей зажигания, используемые в газовых двигателях*

чи зажигания *2*. Объем форкамеры обычно составляет 3–7 % от объема основной камеры. Возникшее в форкамере пламя с большой скоростью выбрасывается в виде факела через сопло *7* в основную камеру *6*. Факел пламени служит многоочаговым источником воспламенения и турбулизации основной порции горючей смеси в надпоршневом пространстве. В этом случае из-за высокого температурного уровня смеси в форкамере возможно снижение энергии электрического разряда. Но и в этом случае напряжение пробоя должно превышать 25 кВ, что снижает долговечность свечи и требует разработки специальных свечей.

Кроме рассмотренных газовых и газодизельных двигателей с воспламенением газового топлива от свечи зажигания и запальной дозы дизельного топлива принципиально возможно создание чисто газового двигателя с самовоспламенением газообразного топлива. В этом случае для воспламенения смеси ПНГ с воздухом необходима реализация мероприятий по улучшению воспламеняемости этой смеси в условиях КС, среди которых повышение степени сжатия (до 30 ед. и выше), повышение температурного уровня деталей КС (например, путем подогрева воздуха на впуске) и их теплоизоляция, реализация сверхвысокого наддува, организация рециркуляции ОГ, использование легковоспламеняющихся веществ (присадок). Однако такие двигатели пока не нашли широкого практического применения.

В заключение необходимо отметить, что генерирование электроэнергии из попутного нефтяного газа позволит значительно повысить эффективность процесса добычи нефти, сократить расходы по утилизации ПНГ, снизить стоимость добываемой нефти, улучшить экологическую обстановку в местах добычи и переработки нефти. Представленный обзор возможных способов организации процессов топливоподачи, воспламенения и сгорания попутного нефтяного газа в дизельном двигателе дизель-генераторной установки позволит более обоснованно подойти к выбору типа рабочего процесса этого двигателя.

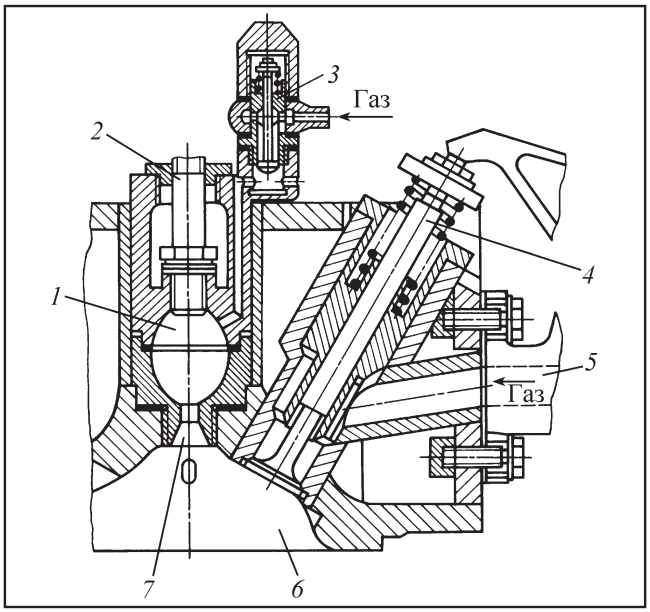



***Рис. 10.*** *Головка цилиндра двухтактного газового двигателя 1 ГД 19/28 с форкамерно-факельным зажиганием:*
*1* – форкамера; *2* – свеча зажигания; *3* – дозатор газа; *4* – впускной клапан; *5* – впускной трубопровод; *6* – основная камера сгорания; *7* – сопло форкамеры

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Александров А.А., Архаров И.А., Марков В.А. и др.** Нефтяные моторные топлива: экологические аспекты применения. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2014. 691 с.

2. **Рачевский Б.С.** Сжиженные углеводородные газы. М.: Нефть и газ, 2009. 640 с.

3. **Марков В.А., Козлов С.И.** Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 296 с.

4. **Лапидус А.Л., Крылов И.Ф., Жагфаров Ф.Г. и др.** Альтернативные моторные топлива: Учебное пособие для вузов. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. 288 с.

5. **Александров А.А., Архаров И.А., Марков В.А. и др.** Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2012. 791 с.

6. **Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В.** Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2007. 480 с.

7. **Патрахальцев Н.Н., Шкаликова В.П., Русинов А.Р.** Расширение возможности использования природного газа для дизелей // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2005. № 1. С. 38–42.

8. **Патрахальцев Н.Н., Горбунов В.В., Гильермо Лира Качо.** Сжиженный нефтяной газ для улучшения экологических качеств дизелей // Грузовик. 1999. № 12. С. 23–26.

*УДК 661.123*

# ПАРАМАГНИТНАЯ ПРИРОДА ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

**М.А. Наджафова,** д-р хим. наук; **Х.Ш. Теюбов,** д-р техн. наук; **Т.А. Мамедова,** д-р техн. наук; **И.А. Сафарли, Н.Э. Мовсумов, М.М. Аббасов,** д-р хим. наук; **С.К. Алиева, В.М. Аббасов,** академик; Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева, НАН Азербайджана, г. Баку

Изучена парамагнитная природа жидких продуктов пиролиза растительных биомасс. Проведен сравнительный анализ их спектров ЭПР со спектрами некоторых фракций нефтей месторождения Сураханы и Абшерон. Установлено, что характеристики спектров ЭПР в зависимости от используемой биомассы различаются.

**Ключевые слова:** биомассы; ЭПР-спектры; радикалы; ионы.

# THE PARAMAGNETIC NATURE OF LIQUID PRODUCTS OF VEGETABLE BIOMASS PYROLYSIS

**Najafova M.A., Teyubov Kh. Sh., Mamedova T.A., Safarli I.A., Movsumov N.E., Abbasov V.M., Aliyeva S.K., Abbasov V.M.,** The Yu. H. Mamedaliyev Institude of Petrochemical Processes, Azerbaijan NAS, Baku

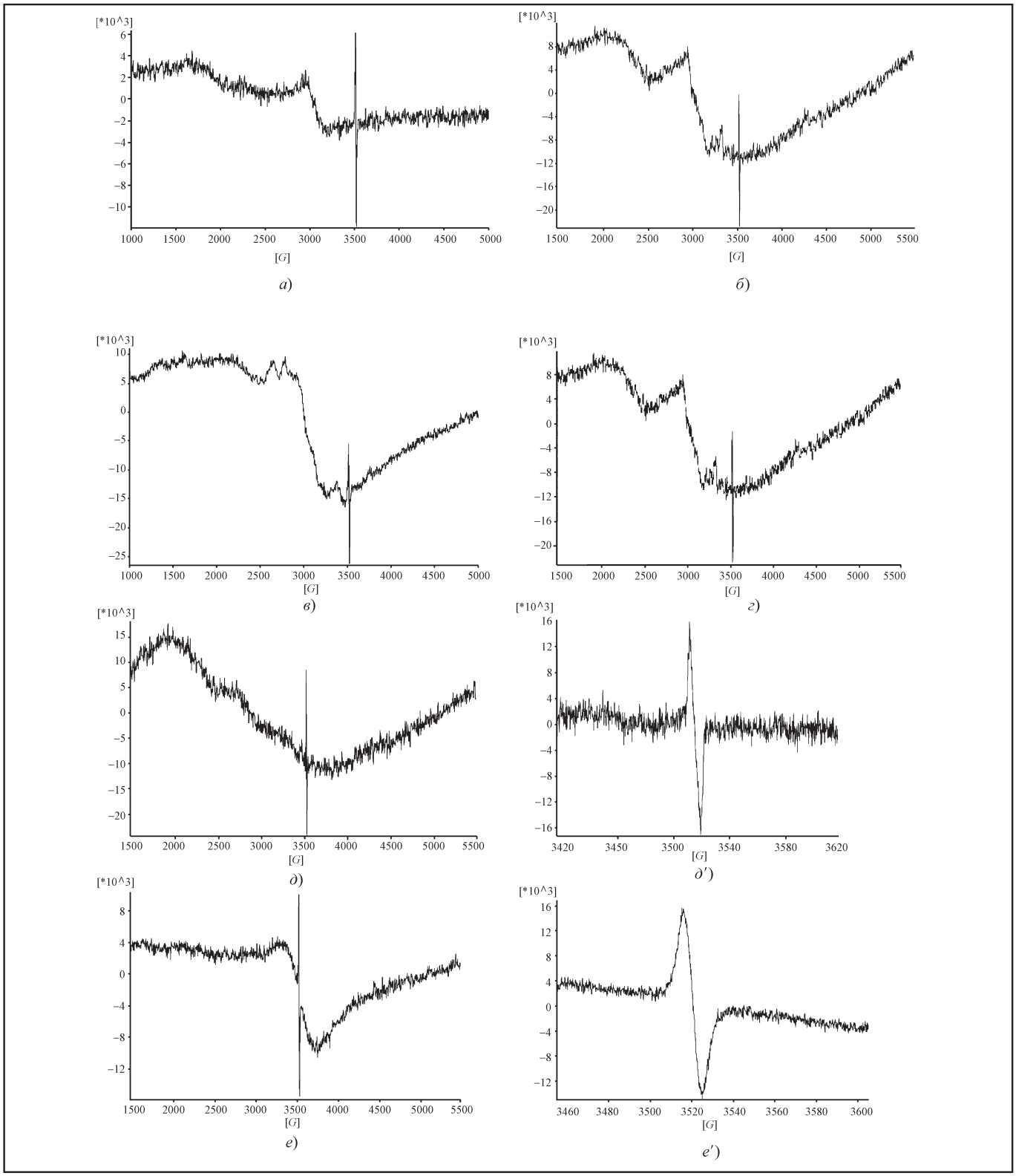
The paramagnetic nature of liquid product of biomass is studied. The comparative analysis of received EPR ranges some fractions of oil Surakhani and Absheron the fields is carried out. It is established that of depending of biomass the characteristics of their ranges differ.

**Keywords:** biomass; radicals; EPR ranges; radicals; ions.

В связи с истощением природных запасов нефти возникает проблема нахождения альтернативных углеводородных ресурсов для производства моторных топлив, самым распространенным из которых является растительная биомасса.

На сегодняшний день в промышленно-развитых странах интенсивно совершенствуются такие направления переработки биомассы, как пиролиз, газификация, сжижение [1–4]. Среди современных технологий энергетического использования растительной биомассы наиболее универсальной, эффективной и дешевой является термохимическая конверсия методом пиролиза. Она позволяет получить качественное экологически безопасное твердое, жидкое и газообразное топливо из практически любого сырья, содержащего органические компоненты.

Пиролиз представляет собой один из эффективных процессов термохимической переработки органических соединений, происходящих при повышенных температурах без участия кислорода. Исследования пиролиза биомассы (древесины, хлопковые отходы, виноградные, кукурузные стебли с корнями и т.д.) в последние годы успешно развиваются во многих странах мира. Данное направление исследований и разработок представляет значительный интерес и для Азербайджана в связи с тем, что республика обладает большими запасами отходов сельскохозяйственных культур (хлопковых, подсолнуховых, кукурузных и др.), что позволит активно развивать пиролитические технологии для получения различных топлив и ряда важных продуктов (пиролизная жидкость, пиролизное масло, биомазут, древесную пирогенную смолу и т.д.). Выход того или иного продукта, а также их химические свойства зависят как от температуры процесса, так и скорости нагрева вещества, свойства сырья и среды, в которой протекает процесс. Имеется и другая важная особенность этой технологии. С экологической точки зрения замена, например, угля на топливо, полученное с помощью пиролиза из биомассы, позволит снизить содержание диоксида угле-




*Спектры ЭПР продуктов пиролиза:*

*а* – жидкий продукт пиролиза – опыт 1; *б* – фр. 150–200 °С; *в* – фр. 200–260° С; *г* – фр. 260–300 °С – Абшеронской нефти; *д* – фр. 250–300 °С Сураханской нефти; *е* – жидкий продукт пиролиза – опыт 2; (*д′* и *е′*) спектры асфальтенового и синглетной линии углеводородного радикала соответственно

рода в атмосфере, потребляемого растениями в процессе их роста [5].

## Экспериментальная часть

Установка для проведения пиролиза представляет собой герметичный, стационарный и нагретый до температуры 550–600 °С реактор, в который предварительно измельченная до 3 мм биомасса подается за счет нагретого до температуры 550 °С азота. Время пребывания сырья в зоне реакции составляет 3–6 с.

Исследование полученных жидких продуктов пиролиза проводили методом ЭПР спектроскопии на радиоспектрометре Bruker Bio Spin по методике, описанной ранее [6–8] в условиях минимального насыщения. Амплитуду ВЧ-модуляции (100 кГц) варьировали в диапазоне 150–550 мТл в Х-диапазоне (рабочая частота 9,85 гГц). Настройка внутреннего стандарта поля определялась по эталону УДС (ультрадисперсный алмаз) с $g$ = 2,0036. Спектры регистрировали при комнатной температуре.

## Результаты и их обсуждение

Цель настоящей работы заключалась в изучении парамагнитной природы полученных жидких продуктов пиролиза; и в проведении сравнительного анализа его спектров со спектрами ЭПР фракций Сураханской и Абшеронской нефтей. Как известно, составляющими парамагнетизма нефтяных объектов, как правило, являются металлы и неспаренные электроны, делокализованные на полиароматических фрагментах структуры молекул асфальтенов – свободных стабильных радикалов. На рисунке приведены спектры ЭПР продуктов пиролиза (*а*), кукурузных стеблей, хлопковой древесины с корнями – опыт 1, фракции 150–200 °С; (*б*) – керосиновой, 200–260 °С (*в*); 260–300 °С (*г*) – дизельной Абшеронской и 250–300 °С (*д*) Сураханской нефтей.

Как видно из приведенных на рисунке спектров ЭПР, спектр жидких продуктов пиролиза (опыт 1) рисунок (*а*) состоит из одиночного сигнала ЭПР ($\Delta H_{шир}$ = 0,88 мТл, $g$ = 2,0023), характерного для асфальтеновых радикалов, спектр которого приведен на рисунке (*д'*) при другой развертке поля для фр. 250–300 °С Сураханской нефти, а также линий ЭПР от присутствующих в составе этих продуктов окислов металлов: железа ($\Delta H_{шир}$ = 168,1 мТл, $g$ = 3,12), никеля ($\Delta H_{шир}$ = 117,4 мТл, $g$ = 2,38), ванадия ($\Delta H_{шир}$ = = 1,50 мТл, $g$ = 2,40) и в ничтожных количествах – других металлов, спектры ЭПР которых нами до конца не идентифицированы.

При сравнительных сопоставлениях приведенных спектров ЭПР было обнаружено, что регистрируемый спектр продукта пиролиза не отличается от спектров ЭПР, полученных при исследовании керосиновой фракции Абшеронской нефти. Этот факт отмечается авторами [5] при изучении состава и закономерностей распределения углеводородных компонентов в продуктах низкотемпературного гидропиролиза сапропелитовых горючих сланцев. Исследование продукта пиролиза из разных древесных отходов (виноградных, хлопковых и кукурузных – опыт 2) показало, что в этом случае спектр ЭПР представляет собой суперпозицию спектра ЭПР двух радикалов: ионов $Cr^{+3}$ ($\Delta H_{шир}$ = 50 мТл) и одиночного синглета ($\Delta H_{шир}$ = 1,8 мТл, $g$ = 2,004), характеристики синглета не позволяют его отнести к спектру асфальтеновых радикалов ($\Delta H_{шир}$ = 1,0 мТл), характеризующихся, по мнению авторов [9], наименьшей долей конденсированного ядра и высокой долей алифатических заместителей. Не исключено, что этот спектр ЭПР может принадлежать углеводородному радикалу типа антрацена или тетрацена, адсорбированных на $SiO_2$, ширины спектров ЭПР которых равны 2,0 мТл [10].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. **Соуфера О., Заборски С.** Биомасса как источник энергии. М.: Мир, 1985. 368 с.
2. **Чирков В.Г.** Пиролиз растительной массы: современные состояния и перспективы / Ежеквартальный информационный бюллетень "Возобновляемая энергия". М: Интерсоларцентр, январь 2005.
3. **Гелетуха Г.Г., Железная Т. А.** Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Обзор. Ч. I. /Промышленная теплотехника 2005. Т. 27, № 5. 79 с.
4. **Альмяшева Н.Р., Шарипова Д.А. и др.** Липиды базидиальных грибов как сырье для получения биодизельного топлива // ХТТМ, 2015. № 4. С. 46–52.
5. **Рокосов Ю.В., Рокосова Н.Н.** Углеводороды в продуктах гидропиролиза сапропелатовых углей // ХТТМ, 2014. № 6. С. 5–7.
6. **Джафарова Р.А., Наджафова М.А., Йолчуева У.Дж., Абдуллаева Ю.А.** Физико-химические исследования нефти Сураханского месторождения // Нефтепереработка и нефтехимия, 2015. № 3. С. 26–28.
7. **Мамедов А.П., Салманова Ч.К., Наджафова М.А., Джафарова Р.А., Ахмедбекова С.Ф., Йолчуева У.Дж.** Термохемилюминесценция нефтепродуктов в реакциях жидкофазного инициированного окисления // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, 2015. № 11. С. 33–37.
8. **Салманова Ч.К., Наджафова М.А., Ахмедбекова С.Ф., Абдуллаева Ю.А., Шахвердиева А.Ф.** Изучение состава и свойств нефти месторождения Абшерон и ее остаточных фракций // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. 2015. № 4 (97). С. 14–17.
9. **Тухватулина А.З., Ганеев Ю.М., Юсупова Т.Н. и др.** Особенности состава асафальтенов в нефтях карбонатных отложений месторождения Татарстан / Материалы VIII Межд. конф. "Химия нефти и газа", Томск. 2012. С. 44–47.
10. **Теренин А.Н.** Избранные труды. Т. 3 "Спектроскопия адсорбированных молекул и поверхностных соединений". Л.: 1975. 439 с.

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗИФИКАЦИИ И РЫНКА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В ТВЕРИ

**Куприянов С.В.,** пресс-центр ОАО "Газпром"

***24 августа 2016 г. в г. Твери Председатель Совета директоров ПАО "Газпром" Виктор Зубков провел совещание по вопросам развития газоснабжения и газификации Тверской обл., а также состояния расчетов потребителей региона за поставленный газ.***

В совещании приняли участие временно исполняющий обязанности Губернатора Тверской области Игорь Руденя, член Правления, начальник Департамента ПАО "Газпром" Владимир Марков, руководители профильных подразделений и дочерних обществ "Газпрома", представители Правительства области.

*Председатель Совета директоров ПАО "Газпром" Виктор Зубков и временно исполняющий обязанности Губернатора Тверской области Игорь Руденя во время совещания по вопросам развития газоснабжения и газификации Тверской области*

Было отмечено, что газификация региона является одним из приоритетных направлений сотрудничества "Газпрома" и Правительства Тверской обл. На эти цели в 2002–2015 гг. компания направила 4,2 млрд руб., построено 35 газопроводов общей протяженностью 645 км. Сегодня природный газ доступен потребителям в 23 из 36 районов области, уровень газификации региона составляет 64,1 % (в среднем по России – 66,2 %).

"Газпром" в полном объеме выполнил обязательства по строительству межпоселковых газопроводов. Со своей стороны, руководство Тверской обл. готово ликвидировать допущенное в предыдущие годы отставание в подготовке потребителей к приему газа от объектов, построенных компанией в 2014–2015 гг. В частности, необходимо перевести на газ шесть котельных и подключить к распределительным сетям 865 домовладений.

В настоящее время "Газпром" разрабатывает проектную документацию для строительства газопровода–отвода г. Ржев – г. Нелидово, который создаст условия для газификации Бельского, Западнодвинского, Нелидовского, Оленинского и Торопецкого районов.

Участники совещания также обсудили состояние платежной дисциплины потребителей области. На 1 августа текущего года просроченная задолженность превысила уровень 11 млрд руб., из них 6,7 млрд руб. приходятся на электроэнергетические компании, 4 млрд руб. – на теплоснабжающие организации. Для урегулирования этой ситуации "Газпром" и Тверская область подписали План мероприятий по снижению просроченной дебиторской задолженности, который в настоящее время реализуется.

"Тверской областью принимаются реальные шаги по качественному изменению ситуации с задолженностью. Это позволит нам продолжить конструктивный диалог по возобновлению инвестиционной деятельности компании в регионе и строительству новых объектов газификации", – сказал Виктор Зубков.

*Схема магистральных газопроводов в Тверской области*

После совещания генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" Михаил Лихачев и Игорь Руденя подписали Соглашение о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива.

В соответствии с документом Правительство области, в частности, будет отвечать за создание парка техники, работающей на природном газе (пассажирского и специального транспорта, сельскохозяйственной и коммунальной техники) и разработку программ по стимулированию использования газа в качестве моторного топлива, а также оказывать содействие в выделении земельных участков под строительство автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

*Сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) в Тверской области будет только расширяться*

В свою очередь "Газпром газомоторное топливо" обеспечит строительство объектов газомоторной инфраструктуры и заправку техники в местах ее компактного размещения. Кроме того, компания окажет консультационную и методическую помощь предприятиям, эксплуатирующим газомоторную технику.

Для реализации Соглашения стороны в ближайшее время сформируют рабочую группу.

# МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ САЛОН 2016

**А.С. Савченко,** фото автора

***Московский международный автомобильный салон – главное национальное выставочное мероприятие автомобильной тематики проводится в России один раз в два года, по четным годам. Очередной, уже шестой по счету ММАС, прошел в МВЦ "Крокус Экспо" с 24 августа по 4 сентября 2016 г.***

Из-за экономического кризиса на российском рынке более половины представленных в России автомобильных марок отказались от участия. Но зато те, кто все-таки приехал, смогли свободно разместить свои новинки, поскольку организаторы предоставили им большие по площади стенды. Экспозиция АвтоВАЗа оказалась, пожалуй, одной из самых заметных.

## LADA

На ММАС-2016 стенд LADA стал самым большим за всю историю выставки – 2000 м$^2$. Он, пожалуй, уступал только стенду-залу Mercedes-Benz. В экспозиции было представлено самое большое число концептов – шесть. Кроме того, показаны примеры развития модельного ряда LADA, новые версии популярных серийных автомобилей, а также текущие серийные и спортивные модификации.

LADA XCODE Concept – автомобиль, демонстрирующий возможное развитие модельного ряда LADA и новой дизайнерской концепции, в основе которой лежит ИКС-стиль. XCODE Concept выполнен в рамках ДНК дизайна, которая уже успешно реализована командой Стива Маттина в серийных автомобилях Vesta и XRAY.

Концепция автомобиля предусматривает ряд перспективных решений, в том числе применение турбонаддува и полного привода, а также телематической системы LADA Connect, которая позволяет управлять подсистемами автомобиля с помощью смартфона, а в перспективе пользоваться из салона облачными сервисами.

LADA Vesta Cross Concept – седан в роли кроссовера, концептуальное решение, уникальное не только для российского, но и для мирового авторынка. Рост спроса на кросс-версии, соединенный с традиционной российской приверженностью статусным седанам, может дать старт разработке оригинального автомобиля. Седан LADA Vesta Cross Concept оснащен обвесом, который защищает кузов на легком бездорожье. Концепция автомобиля предусматривает увеличенный дорожный просвет и увеличенные колеса, что повышает внедорожный потенциал седана.

От своего серийного прототипа LADA XRAY Cross Concept также отличается вседорожным обвесом. Это накладки на пороги и бамперы, расширители арок. Аналогичный обвес, защищающий краску кузова, применяется сегодня на серийных Kalina и Largus в той же модификации Cross.

*LADA XCODE Concept*

*LADA Vesta Cross Concept*

*LADA Vesta Sport Concep*

Концептуальный универсал LADA Vesta SW Cross Concept впервые показан в 2015 г. Это пример развития проекта LADA Vesta и интерпретации нового ИКС-образного стиля LADA в формате внедорожного универсала. Динамичный силуэт универсала сочетается с увеличенным дорожным просветом и развитым обвесом из неокрашенного пластика. Совместно со штампованными элементами ИКС-стиля на боковинах внедорожные накладки придают автомобилю спортивный, мускулистый и пропорциональный облик. Примечательно, что на концептуальном универсале применены задние фонари, унифицированные с седаном.

LADA Vesta Sport Concept демонстрирует богатый потенциал седана-бестселлера. Кузов и салон – в гоночном стиле. Автомобиль оснащен подвеской с гоночными настройками – при этом использован опыт участия команд LADA в соревнованиях мирового уровня, в том числе в Чемпионате WTCC. Напомним, что июне 2016 г. заводская команда LADA Sport Rosneft сделала победный дубль на домашнем этапе в России.

Концептуальный автомобиль LADA XRAY Sport Concept иллюстрирует возможное развитие линейки серийных LADA с форсированными моторами и гоночным стилем. Двигатель LADA XRAY SPORT Concept базируется на серийном 1,8-литровом моторе, который сегодня устанавливается на LADA XRAY. Доработка и перенастройка мотора могут поднять его мощность со штатных 122 л.с. до 145–150 л.с. Подвеска автомобиля была занижена и имеет спортивные настройки.

Концепты LADA Vesta Sport Concept и LADA XRAY Sport Concept созданы в рамках единой стратегии спорт-версий LADA – в настоящий момент выпускаются аналогично модифицированные Kalina Sport и Granta Sport.

Серийный модельный ряд представлен моделями Vesta и XRAY, а также автомобилями семейств Kalina и Largus. Эти модели можно было не только рассмотреть на стенде LADA, но и протестировать на площадке рядом с выставочным павильоном. Стоит отметить, что некоторые автомобили выполнены в перспективных комплектациях. Например, представлена LADA Vesta с механической коробкой передач и 1,8-литровым мотором, а кроссовер XRAY теперь с круиз-контролем и функцией отключения ESC.

## DAIMLER

Концерн Daimler привез в Москву 29 автомобилей, шесть из которых – новинки для российского рынка.

Главной премьерой стало спортивное кросс-купе Mercedes-Benz GLC, сконструированное на основе платформы MRA. Это полноприводный среднеразмерный кроссовер с девятиступенчатой автоматической коробкой передач 9G-TRONIC, спортивной подвеской и спортивным рулевым управлением в режиме движения DYNAMIC SELECT.

Mercedes-AMG представил новый кабриолет S 63, а новая спортивная линия AMG Sport пришла на модели E 43, GLC 43, а также кабриолет C 43 и родстер SLC 43.

*Mercedes-Benz GLC*

*Mercedes-Benz Maybach S 600 Guard*

Кроме того, на стенде Mercedes-Benz можно ознакомиться с представительским Mercedes-Benz Maybach S 600 Guard, миниатюрным Smart fortwo coupe BRABUS и другими автомобилями немецкого от автопроизводителя.

"Мы участвуем в Московском международном автосалоне, прежде всего, ради наших клиентов, поклонников и друзей марки. Россия остается для Mercedes-Benz одним из важнейших рынков, и мы не меняем наши приоритеты из-за временной нестабильности рынка", – отмечает Ян Мадея, генеральный директор АО "Мерседес-Бенц РУС".

Большинство зарубежных автокомпаний на отечественном авторынке сегодня стремятся сократить модельный ряд либо полностью прекратить продажи. При этом немецкий концерн принял решение усилить свои позиции. Так, в РФ возводится автозавод Daimler. Предприятие построят в с. Пешковское (Солнечногорский р-н Московской обл.). Как стало известно, здесь будут собирать различные модификации из серий A, GL, ML, S, E. Модельный ряд является пока не таким привлекательным для отечественных автомобилистов, вследствие того, что цены на автотранспортные средства являются довольно высокими. Надеемся, что локализация производства позволит уменьшить стоимость автомобилей с трехлучевой звездой.

## FAW

Первый автомобильный завод (FAW) привез на Московский международный автосалон две новые модели для российского рынка – кроссоверы Besturn X80 и D60.

*FAW Besturn X80*

Дизайн нового кроссовера лаконичен и прост. Конструктивно в Besturn X80 реализованы все технические достижения корпорации FAW за несколько десятилетий. В автомобиле установлен силовой агрегат серии ET3, который отличается легкостью и компактностью. При рабочем объеме 2 л он обеспечивает оптимальное соотношение мощности и экономичности. Мощность двигателя составляет 142 л.с. (104 кВт) при 6500 об/мин, максимальный крутящий момент 184 Нм достигается при 4000 об/мин. Расход топлива – 8,2 л на 100 км в смешанном цикле. Двигатель агрегатируется с автоматической пятиступенчатой трансмиссией Aisin Seiki F21 второго поколения или шестиступенчатой механической коробкой. Благодаря независимой передней подвеске с двойным поперечным рычагом и Е-образной многорычажной независимой задней подвеске Besturn X80 превосходит модели аналогичного класса по комфорту и курсовой устойчивости.

*FAW D60*

Besturn X80 – это среднеразмерный городской кроссовер. Его длина составляет 4586 мм, ширина – 1820 мм, высота – 1695 мм, колесная база – 2675 мм, дорожный просвет – 190 мм.

"В новом городском кроссовере Besturn X80 большой дорожный просвет сочетается с современной платформой, элегантным внешним видом, комфортным салоном, безопасностью и надежностью, высоким качеством и замечательными динамическими характеристиками", – говорит Алексей Лазарев, руководитель отдела маркетинга компании "ФАВ-Восточная Европа".

Вторая новинка – компактный кроссовер FAW D60. Установленная в передней части автомобиля двойная решетка радиатора и заостренные фары придают автомобилю выразительный и оригинальный внешний вид.

FAW D60 оснащен безнаддувным двигателем собственной разработки рабочим объемом 1,5 л. Он развивает мощность 102 л.с. (75 кВт) при 6000 об/мин, а максимальный крутящий момент 135 Нм достигается при 4400 об/мин. Мотор агрегатируется с пятиступенчатой механической коробкой передач. Конструкция ходовой части включает переднюю подвеску на направляющих стойках (типа макферсон) и полунезависимую торсионную заднюю подвеску.

Его длина составляет 4170 мм, ширина – 1765 мм, высота – 1625 мм, колесная база – 2557 мм, дорожный просвет – 181 мм.

В комплектацию D60 входят четыре надувные подушки безопасности (передние и боковые), люк с электроприводом, противотуманные фары и задние противотуманные фонари, антиблокировочная система тормозов (ABS) с функцией электронного распределения тормозного усилия (EBD), электронная система контроля курсовой устойчивости, антипробуксовочная система, кнопка пуска двигателя.

Официальные продажи FAW X80 и D60 в России планируется начать в конце текущего или начале следующего года.

"Россия играет ключевую роль в стратегии развития компании FAW на международных рынках. С началом продаж новых FAW D60 и X80 в РФ ООО "ФАВ-Восточная Европа" планирует расширить дилерскую сеть, повысить качество ее работы и заложить прочную основу для дальнейшего увеличения продаж. Первая китайская автомобильная корпорация уже располагает всем необходимым для того, чтобы поставлять в Россию свою лучшую продукцию и оказывать услуги наивысшего качества, которые уже завоевали предпочтения российских потребителей", – отметил Алексей Лазарев.

## DONGFENG MOTOR

В МВЦ "Крокус Экспо" китайская корпорация Dongfeng Motor (DFM) представила свои новые модели и подробно рассказала об их особенностях.

Седан DFM A9 является первой моделью премиум-класса собственной марки корпорации Dongfeng Motor, воплощением 47-летнего опыта корпорации Dongfeng и глобального сотрудничества с мировыми брендами. Он создан на базе новой платформы (№ 3) альянса Peugeot-Citroen. На A9 установлен двигатель 1,8 т мощностью 204 л.с.

*DFM A9*

(150 кВт), расход топлива составляет 6,6 л/100 км. С двигателем состыкована шестиступенчатая автоматическая коробка передач, которая является модификацией трансмиссии Aisin AT6 III. КП имеет режимы "спорт" и "снежный" с функцией ручного переключения передач. У нового A9 просторный салон, отделанный натуральной кожей Nappa, и особая конструкция сидений с функциями пневмомассажа, подогрева и вентиляции. Кроме того, в топовую комплектацию входят пуск двигателя кнопкой, система обзора на 360° и акустическая система Infinity с 12 динамиками. Не последнюю роль в создании DFM A9 сыграл тот факт, что корпорация Dongfeng Motor стала акционером PSA (Peugeot-Citroen).

Минивэн DFM 370 отличает, в первую очередь, свобода и удобство внутреннего пространства (2330 л, 5 сидений + 2 дополнительных), а также немалые габариты кузова. Двигатель мощностью 115 л.с. (85 кВт) и расходом топлива 6,7 л/100 км, сконструирован китайскими инженерами.

Кроссовер AX 3 обладает удлиненным кузовом (до 1710 мм внутреннего пространства) и увеличенным объемом багажника (1310 л). Технология STT обеспечивает не менее 300 тыс. циклов "стоп-старт" и низкий расход топлива – 6,1 л/100 км – при двигателе 1,4 т мощностью 140 л.с. (103 кВт). Комфортная эксплуатация автомобиля обеспечивается наличием круиз-контроля, технологии соединения с мобильным телефоном и бесключевого доступа.

Помимо этих моделей, на стенде DFM представила еще три новинки: два седана – практичный и экономичный A30, вооруженный 60 элементами безопасности, и обновленный просторный A60, а также пикап Rich – автомобиль, принимавший участие в ралли "Шелковый Путь 2016".

Кроме того, китайской компанией были представлены хэтчбэк H30 Cross, военный внедорожник Warrior и кроссовер AX7. Последний, кстати, станет следующей моделью, которая выйдет на российский рынок. AX7 построен на специально разработанной платформе DFMS, он комплектуется двумя мощными двигателями, 72 элементами безопасности и – специально для России – системой экстренного реагирования ЭРА-ГЛОНАСС.

В 2015 г. объем продаж автомобилей Dongfeng Motor составил 3,9 млн ед. Компания расширила дилерскую сеть в России – сегодня с DFM сотрудничает 35 дилерских центров в 35 российских городах.

В 2016 г. исполняется 12 лет с тех пор, как корпорация Dongfeng Motor вышла на российский рынок. Все эти годы DFM успешно сотрудничала с российскими партнерами в сегменте коммерческого транспорта.

## CHANGAN

Changan показал первые компактные кроссоверы CS35, собранные на предприятии компании в Липецкой обл. Завод Changan работает по принципу крупноузловой сборки. В настоящее время на предприятии собирают только компактные кроссоверы CS35, однако со временем компания планирует расширить модельный ряд производимых моделей. Серийное производство CS35 начнется в сентябре 2016 г.

По словам заместителя генерального директора Changan International Corporation г-на Ана Сянлина, российский проект компании стартовал в 2015 г. при поддержке группы компаний "ИРИТО" и администрации Липецкой обл. "В настоящее время предприятие успешно функционирует и уже в четвертом квартале текущего года CS35 российской сборки появятся в продаже в дилерских центрах Changan в России. Это будут автомобили 2016-го модельного года".

По планам Changan уровень локализации на предприятии в Липецкой обл. должен достичь уровня 50 % в течение ближайших 4–5 лет.

Еще одной новинкой Changan в сегменте SUV на автосалоне стал кроссовер CS75, пока не по-

*Changan CS35*

*Changan CS75*

ставляемый в Россию. Данная модель уже была показана в ходе предыдущего московского автосалона в 2014 г., однако только в комплектации с передним приводом. В этом же году была продемонстрирована полноприводная версия CS75.

На ММАС-2016 Changan также представил два седана: Raeton, седан бизнес-класса, а также автомобиль Alsvin V7, ранее не выставлявшийся в России.

Как отметили представители Changan в ходе выставки, к 2020 г. компания планирует расширить модельный ряд, представленный в России и увеличить свою долю на российском рынке до 5 %.

## GEELY

Китайская компания Geely объявила на Московском международном автосалоне о выводе на российский рынок двух своих флагманских моделей – кроссовера NL-3 и седана Emgrand GT, с помощью которых производитель надеется изменить в положительную сторону восприятие бренда в России.

Обе эти модели запущены в производство совсем недавно. В экстерьере и интерьере NL-3 дизайнеры попытались отразить богатое культурное наследие Китая. В частности, замысловатый рисунок сетки решетки радиатора у этих моделей должен вызывать ассоциации с китайской каллиграфией.

Geely NL-3 имеет длину 4520 мм, ширину 1830 мм и дорожный просвет 190 мм. Кроссовер оснащается бензиновыми двигателями рабочим объемом 2 л (141 л.с.) и 1,8 л (турбонаддув, два варианта мощности – 163 и 184 л.с.). Двухлитровый мотор агрегатируется с шестиступенчатой механической КП, 1,8-литровый – с "автоматом". NL-3 планируют начать продавать в РФ с 2017 г., причем для нашего рынка модель будут выпускать на совместном белорусско-китайском предприятии "БелДжи", мощности которого позволяют выпускать 60 тыс. автомобилей в год. Объявлено, что кроссовер будут продавать как в передне-, так и в полноприводном исполнениях.

Седан Geely Emgrand GT создан на агрегатной платформе, разработанной совместно с Volvo Cars (она с 2010 г. принадлежит компании Geely). В длину он занимает почти 5 м, в ширину – 1860 мм. Под капотом располагается 1,8-литровый турбомотор мощностью 163 л.с. (120 кВт), агрегатированный с шестиступенчатым "автоматом". Этот автомобиль выйдет на российский рынок в

*Geely NL-3*

*Geely Emgrand GT*

декабре 2016 г., его производство для России также будет вестись в Белоруссии.

До старта продаж новых моделей российский офис Geely рассчитывает переобучить персонал своих дилерских центров, который до этого не имел дела с дорогими автомобилями. На вопрос о ценах представители китайского автопроизводителя честно отвечают, что демпинга ждать не стоит – цены будут "среднерыночными" для каждого из сегментов.

Geely также привезла на выставку новейший кросс-хэтчбек Emgrand Cross.

Кроме того, компания также показала обновленный во второй раз кроссовер Emgrand X7, но о дате начала его продаж (как и в случае с Emgrand Cross) пока ничего не сообщается.

## VOLVO

Главной премьерой на стенде ГК "Обухов", официального дилера Volvo Cars, в "Крокус Экспо" стал седан Volvo S90. Начало поставок нового Volvo S90 в Россию ожидается в первом квартале 2017 г. И хотя автомобиль еще не появился на рынке, он уже привлек к себе огромное внимание как экспертного сообщества, так и простых автолюбителей.

Новый седан Volvo S90 также получил одну из самых престижных профессиональных наград в автоиндустрии от авторитетного ресурса Car Design News – титул "Лучший дизайн серийного автомобиля 2015 г.". Такое звание шведскому седану присудило жюри, состоящее из восемнадцати ведущих автомобильных дизайнеров со всего мира.

Другой новинкой на стенде "Обухова" на ММАС стал обновленный Volvo V40 Cross Country. У автомобиля новая внешность, соответствующая фирменному стилю Volvo. Благодаря новым фарам "Молота Тора" автомобиль смотрится более внушительно. V40 Cross Country получил новые "знаки отличия", которые впервые были предложены для XC90 – они подчеркивают уровни комплектации, варианты отделки, а также восемь новых моделей колесных дисков.

## HYUNDAI

Компания "Хендэ Мотор СНГ", эксклюзивный импортер и дистрибьютор автомобилей марки Hyundai на территории Российской Федерации, показала публике новинку и один из самых ожидаемых автомобилей этого года на российском рынке – компактный кроссовер Hyundai Creta, а также анонсировала запуск уникальной акции на покупку модели Solaris.

Россия входит в "пятерку" стран по объемам продаж Hyundai Motor Company, поэтому участие в автосалоне в Москве – одно из ключевых мероприятий для компании в этом году. Модель Creta, ориентированная на новую для бренда аудиторию, позволит расширить представления покупателей о возможностях автомобилей Hyundai и укрепить позиции компании как одного из мировых лидеров автомобильного рынка.

Компактный кроссовер стал ключевой фигурой в выставочном пространстве производителя. Алексей Калицев, исполнительный директор "Хендэ Мотор СНГ", на пресс-конференции отметил: "Мы намеренно посвятили весь наш стенд модели

*Volvo S90*

*Hyundai Creta*

Creta, чтобы отметить значимость этого автомобиля для компании Hyundai и для всего российского рынка. За первые три недели с начала продаж новинки дилеры Hyundai по всей России заключили более 3000 контрактов".

Помимо этого, в рамках пресс-конференции была анонсирована новая финансовая программа на покупку автомобиля Hyundai Solaris, запуск которой состоится в ближайшем будущем.

Hyundai Creta – вторая модель, которая производится на российском заводе "Хендэ Мотор Мануфактуринг РУС" в Санкт-Петербурге. Первый тестовый образец был выпущен в конце марта 2016 г., массовое производство началось в августе текущего года.

Российским покупателям новый кроссовер от Hyundai предлагается в трех комплектациях: Start, Active и Comfort. В стандартное оснащение входят: 16-дюймовые колесные диски 205/65R16, включая полноразмерное запасное колесо, аудиосистема с разъемами USB, AUX, передние надувные подушки безопасности для водителя и пассажира, ABS + EBD (система распределения тормозных усилий), ESP (система стабилизации) с функцией помощи при старте в гору и спуска с горы, регулировка руля по высоте, регулировка сиденья водителя по высоте, Bluetooth, электростеклоподъемники передних и задних дверей, клавиши управления магнитолой на руле, тканевая обивка сидений.

## RAVON

Узбекская компания Ravon показала на Московском международном автосалоне новый седан Nexia R3 и объявила о скором начале продаж модели на российском рынке.

*Ravon Nexia R3*

Первая партия седанов Ravon Nexia R3 уже поставлена в Россию. В ближайшее время автомобили появятся в салонах. Об этом сообщил представитель компании. По его словам, модели поступят к дилерам Ravon по всей стране – от Санкт-Петербурга до Красноярска – практически одновременно. Официально продажи Nexia R3 стартуют в РФ, скорее всего, в начале сентября.

Помимо новой "Нексии", Ravon показал на ММАС-2016 новый седан R4, представляющий собой узбекскую версию Chevrolet Cobalt, ранее продававшегося в России, но покинувшего наш рынок с уходом массовых моделей Chevrolet и Opel.

Ravon намерен вывести на российские дороги новую бюджетную модель R2. Хэтчбек придет на смену автомобилю Daewoo Matiz. Он станет самым доступным в А-классе. Новинка будет оснащена 1,5-литровым двигателем мощностью 109 л.с. (80 кВт) и автоматической коробкой передач. По сравнению с конкурентами Ravon R2 отличается более широким перечнем опций уже в базовой комплектации, к тому же компания стремилась сохранить доступную цену.

## IKCO

Компания IKCO, более известная как Iran Khodro, намерена вернуться на рынок РФ и ищет партнера по организации российского представительства.

Компания намерена "присмотреться к нашему рынку и понять, на что можно здесь рассчитывать с точки зрения объемов продаж". Дилерскую сеть Iran Khodro в России планируют начать развивать со столицы.

В России иранская марка будет представлена тремя моделями: седанами Runna, Soren ELX и Dena. Первый представляет собой перелицованную версию Peugeot 206 Sedan, который в свое время выпускался в Иране и официально продавался в России. Новая Runna оснащается 1,5-литровым бензиновым мотором мощностью 105 л.с. (77 кВт).

Два других седана – не что иное, как вариации на тему модели Samand, которая ранее была официально представлена в РФ, но покинула наш рынок еще в 2009 г. на фоне тогдашнего кризиса.

Более "продвинутая" с точки зрения дизайна и в техническом плане модель Dena оснащается

*Стенд компании IKCO*

бензиновым 1,7-литровым двигателем мощностью 150 л.с. (110 кВт).

## НАМИ

На Московском автосалоне состоялась премьера проекта "Шатл", разработанного НАМИ.

Изначальная цель проекта – создать электробус, который может подстраиваться под маршрут пассажира и рассчитывать траекторию пути. То есть, пассажир вызывает "Шатл" со своего смартфона, сразу же указывая конечную точку назначения. Машина составляет маршрут и может строить его таким образом, чтобы пересаживать пассажира на другое транспортное средство по пути следования, если так будет быстрее.

Концепт оснащен всеми управляемыми колесами и, в зависимости от модификации, может иметь привод на одну или обе оси. "Шатл" может быть оснащен одним или двумя электромоторами суммарной мощностью 20 или 40 кВт соответственно. Электробус имеет длину 4600 мм, ширину – 2000 мм и высоту – 2500 мм. Его кузов построен из композитных материалов на металлическом каркасе.

*НАМИ Шатл*

"Шатл" может вмещать 12 пассажиров, для шести из которых предусмотрены посадочные места. В автобусе пол расположен низко, так что шесть других пассажиров могут стоять в полный рост.

# ТОНАР ПРИСТУПИЛ К ВЫПУСКУ КРУПНОТОННАЖНОГО АВТОПОЕЗДА

**М.И. Якшин**

***19 августа 2016 г. подмосковный завод ТОНАР представил новый, не имеющий аналогов в России, гигантский автопоезд, способный перевозить более 130 т груза по технологическим дорогам.***

Производство карьерных самосвалов началось в "ТОНАРе", как ни странно, после экономического кризиса 2008 г., который "спровоцировал" предприятие на глобальную автоматизацию и роботизацию производства, что и позволило впоследствии заниматься производством более технически сложной техники. Уже через пару лет модельный ряд ТОНАРа включал в себя широкий ассортимент автомобилей-самосвалов, карьерных самосвалов, седельных тягачей, полуприцепов и прицепов-самосвалов различной вместимости, тентовых и бортовых полуприцепов, сортиментовозов, тралов, контейнеровозов, изотермических полуприцепов.

Заказчиком проекта машины, которая смогла бы перевозить более 100 т горной массы на " дальнее плечо" по технологическим дорогам и с минимальными затратами, выступила компания АЛРОСА. Подобного задания никогда не ставилось ранее, и все было очень непросто. Взоры конструкторов ТОНАРа обратились к далекому Зеленому континенту под названием Австралия.

Известный автомобильный ведущий программы Top Gear на Би-Би-Си Джереми Кларксон как-то пошутил, что Австралия подарила миру только три вещи: кенгуру, бумеранг и катамаран. Но это неполный список. Австралийцы могут гордиться еще сверхтяжелыми и сверхдлинными автопоездами. Причина появления таких диковинных объектов – огромные расстояния между шахтами, рудниками и животноводческими ранчо, с одной стороны, и крупными городами, заводами и портами, т. е. потребителями продукции – с другой. Железные дороги при этом строить оказалось невыгодно, не те объемы перевозок, да и население страны невелико по отношению к площади страны.

К слову сказать, в "стране коал" соседствуют целых три размера железнодорожной колеи, что также не способствует развитию этого вида транспорта. Зато рельеф Австралии – сплошная равнина, так что относительно маломощный тягач может буксировать длиннющий автопоезд. По дорогам там разрешается

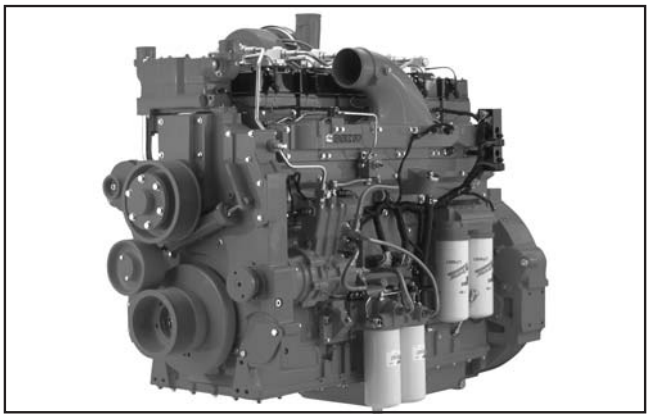
*Машина подчеркнуто брутальна*

движение автопоездов до 36 м длиной, но в ночное время или по особым трассам могут ездить и гиганты длиной до 53,5 м. Внедорожное использование автотранспорта и вовсе не ограничивает его массу и длину. Сегодня в пустыне этого континента можно встретить супертяжеловозы, поднимающие по 500–700 т руды!

В общем, задачи оказались похожими. Но отличие Якутии от Австралии – температура воздуха, примерно на 80 °С у нас ниже. И дороги, разумеется, тяжелее, особенно зимой. Поэтому визитом только в Австралию специалистов ТОНАРа дело не ограничилось. Вообще, весь проект разработан в тесном сотрудничестве с заказчиком – представителями компании АЛРОСА.

Было решено остановиться на варианте из двух полуприцепов с седельным карьерным тягачом (ТОНАР-45252) или, иначе говоря – на тягаче с сочлененным двухзвенным прицепом (ТОНАР-95405) с боковой разгрузкой и общим объемом – 70 м$^3$. При этом соединены секции прицепа таким же седельным устройством, что и на тягаче. Седельное устройство разработано на ТОНАРе, правда именно за опытом в создании такого агрегата и путешествовали наши инженеры в Австралию. Кроме того, сами спроектировали кабину, кузова и ломаную раму, которую сварили из хладостойкой кремнемарганцовистой стали 09Г2С. Капотная кабина – двухместная. Она оборудована

*Внутри кабины все очень просто, как в КРАЗе*



*Дизель Cummins QSK19-C600 мощностью 600 л.с.*

СВЧ, холодильником, очистителем воздуха, дополнительным отопителем, двойным остеклением, обогревом зеркал. Тут проектировщики исходили из того, что какая-либо серийная (особенно бескапотная) кабина не очень подходит северной машине, в которой водитель практически живет всю смену. У него должна быть возможность распрямиться в полный рост и по ширине он не должен быть "зажат". Кроме того, такая конструкция проще бескапотной и обслуживать двигатель удобнее. А на чуть большую длину можно в данном случае уж точно не обращать внимания.

Выбирая двигатель, остановились на модели Cummins QSK19-C600, шестицилиндровом рядном дизеле с турбонаддувом, рабочим объемом 19 л и мощностью 600 л.с. при 1800 об/мин. Силовой агрегат оборудован системой MCRS (Modular Common Rail System), гарантирующей стабильное давление впрыска до 2500 бар, не зависящее от оборотов и нагрузки, стальными составными поршнями двухступенчатой очисткой моторного масла и встроенной системой самодиагностики. Система нейтрализации отсутствует, что позволяет безбоязненно использовать местное топливо.

*Один цилиндр открывает борт, другой опрокидывает кузов*

Двигатель приводит два задних моста тягача через семиступенчатую гидромеханическую коробку передач Allison 4700 с ретардером. Рабочая скорость груженой машины – 50 км/ч. Есть и коробка отбора мощности.

Мосты поставила китайская HANDE, размер шин колес с двойной ошиновкой – 14.00 R25, индекс нагрузки 170. Передняя подвеска тягача с пневмогидравлическими элементами и реактивными штангами, и зависимая с упругими элементами и реактивными штангами на среднем и заднем мостах. Заметьте, рессор нет, а значит, не будет и их поломок на морозе. Для комфорта кабина и кресла дополнительно подвешены на пневмобаллонах.

Рулевой механизм "винт–шариковая гайка–рейка–сектор" с гидроусилителем.

Гидрооборудование фирмы Penta (Италия) легко опрокидывает вбок два кузова объемом по 35 м$^3$. От прилипания породы каждый кузов облицован слоем полиэтилена низкого давления. Это позволило не обогревать кузова выхлопными газами, что было бы осуществить, мягко говоря, непросто, особенно на задней секции.

Максимальная масса прицепа – 167 т, полная масса тягача – 63 т. Длина автопоезда – 28,5 м, а по ширине он займет трехметровую полосу.

До Якутии машина будет доставлена на тралах. И это при том, что окончательное согласование технического задания на изготовление и поставку автопоезда было подписано сторонами в мае этого года. То есть время от окончательного согласования проекта до выпуска готовой продукции – составило четыре месяца.

# МОТОРНЫЕ МАСЛА ИЗ ОМСКА

**А.С. Савченко,** фото "Газпромнефть – смазочные материалы"

***Не может не радовать, что в России появляются современные производства, позволяющие выпускать конкурентоспособную продукцию. Мы приехали на Омский завод смазочных материалов (ОЗСМ), чтобы увидеть, как делают российское моторное масло.***

Наша экскурсия начинается с проходной Омского НПЗ "Газпромнефти". По территории проложены специальные автобусные маршруты, развозящие сотрудников по производственным площадкам. Мне это напомнило завод имени Лихачева, где я когда-то работал. Проехав около трех километров, останавливаемся у административного корпуса ОЗСМ, в конференц-зале которого нам устроили настоящий семинар о моторных маслах компании, их позиции на отечественном рынке, новой защищенной от подделок упаковке. Заодно провели инструктаж по технике безопасности на предприятии.

Первое, с чего начинается работа над изготовлением масла, – это подготовка присадок. Для лучшего смешения присадки разогревают. Перед тем как присадка попадет из бочки в систему смешения, оператор с центрального поста управления задает рецептуру. Бочку ставят на электронные весы, и строго по программе управляемый системой насос забирает нужное количество присадки.

Присадка поступает по трубопроводам в цех блендинга (смешивания), в котором все процессы автоматизированы. В цехе используют разные типы мешалок: как стандартные низкоскоростные, так и высокоскоростные, со впрыском смешиваемых компонентов. Новая технология обеспечивает не только более высокую скорость перемешивания больших объемов масла, но и более устойчивую гомогенную структуру получаемого состава. Минимальная партия смешения – 2 т, максимальная достигает 30 т.

Весь контроль над процессом смешения осуществляется из центра управления. Перед началом работы в компьютер вводится программа, в которую заложены рецептура масла и все этапы производства. Опера-

*Установки по производству масел*

*Линия розлива масла в канистры*

*Линия розлива масла в бочки*

*Склад готовой продукции*

тору остается только задать команду на выполнение и следить по монитору за процессом.

Уникальность всего комплекса блендинга Омского завода заключается в использовании самоочищающихся трубопроводов. После того как автоматика отмерила нужное количество компонента смешения (масло или присадка), автоматика выпускает в трубопровод вслед за последними порциями продукта специальный поршень, который под действием сжатого воздуха выдавливает из трубопровода все остатки. За счет этого исключается смешение компонентов разных товарных масел, что значительно повышает качество продукции и уменьшает число трубопроводов.

После того как масло произведено, оно поступает в резервуар, где отбирается проба для лабораторных испытаний. Масло подвергается анализу по 30 показателям. Только после положительной оценки заводской лаборатории масло отправляется на следующий этап – фасовку в цех розлива.

Розлив масла происходит в самом большом корпусе завода. При этом стандартные литровые и 4-литровые канистры изготовляют на месте, а 20-литровые канистры и 200-литровые бочки поступают со склада тары.

В цехе розлива готовой продукции расположены параллельно четыре наливочных линии для разных объемов фасовки продукции (1-, 4-, 20- и 200 л). Из накопителей канистры выстраиваются в стройную очередь на конвейере и переезжают в аппарат розлива.

Получив строго отмеренную дозу масла, канистры маркируются оригинальной этикеткой. Некоторые даже обеспечиваются секретным кодом – для возможности проверки подлинности продукта.

На следующем этапе канистры упаковываются в коробки. Это происходит без участия человека. Затем коробку робот грузит на палету. Заполненная палета отправляется на склад готовой продукции – это два больших помещения с высотой стеллажей под 10 м.

Между стеллажами постоянно снуют погрузчики, операторы которых по заданию с центрального поста перемещают палеты на нужную позицию. Это обеспечивает быструю и точную отправку груза потребителям.

В заключение отметим, что в целом на ОЗСМ достигнут высокий уровень технического оснащения, широко задействованы роботы и автоматизированные линии, в цехах нет пыли и масляных луж, и, что немаловажно – чистый воздух.

Следующий крупный шаг, реализация которого запланирована на заводе – начало выпуска базовых масел высокой очистки (в 2018 г.). Это позволит компании отказаться от импорта сырья для производства высококачественных масел, усилив конкурентные позиции "Газпромнефть-СМ".

# АВТОВАЗу 50 лет

А.С. Суворов

***ОАО "АВТОВАЗ" отмечает 50-летний юбилей. Полвека назад было принято правительственное Постановление о строительстве в г. Тольятти автомобильного завода. Завод строила вся страна. Несмотря на то, что строительство было запланировано в течение шести лет, предприятие было построено в рекордные сроки – три с половиной года. Уже в 1970 г. с конвейера ВАЗа сошли первые шесть автомобилей ВАЗ-2101.***

Президент России Владимир Владимирович Путин в своей поздравительной телеграмме коллективу АВТОВАЗа отметил, что: "Юбилей – большое, значимое событие для сотрудников и ветеранов Волжского автозавода, для отечественного автомобилестроения в целом. Вы по праву можете гордиться несколькими поколениями своих предшественников – инженеров, конструкторов, рабочих, которые всегда трудились на "совесть", высоко держали планку качества, смело внедряли передовые технологии и новаторские решения. Важно, что нынешний коллектив АВТОВАЗа бережно хранит традиции творческого созидательного труда, открывает для себя новые горизонты и реализует перспективные проекты, неуклонно повышает конкурентоспособность выпускаемой продукции, отличающейся современными характеристиками, надежностью и экологичностью".

Президент ОАО "АВТОВАЗ" Николя Мор в своем поздравлении отметил: "Сегодня завод переживает непростые времена, но тот запас прочности, который мы накопили за предыдущие 50 лет, а также всесторонняя поддержка как со стороны федеральных и региональных властей, так и наших акционеров – альянса Renault-Nissan и корпорации "Ростех", позволяют нам уверенно смотреть в будущее и планомерно наращивать долю Lada на российском и экспортных рынках. У нас есть все, чтобы быть успешными – профессиональная команда, фундаментальные компетенции, современное, конкурентное производство, новые продукты и самое главное – большое желание работать".

За всю историю автозавода в Тольятти было собрано более 28,5 млн автомобилей 40 различных серийных моделей. Каждая новая модель компании становилась событием в масштабах страны и пользовалась устойчивым спросом. Среди бестселлеров – ВАЗ-2101 и ВАЗ-2106, продажи каждой из которых превысили 4 млн. Семейство Lada Samara достигло пятимиллионого тиража. Легендарный внедорожник Lada 4×4 преодолел двухмиллионную отметку. Сегодняшний успех Lada обеспечивают новые модели – Vesta и XRAY. Сразу после начала продаж новинки Lada вышли на лидирующие позиции: Lada Vesta входит в ТОП-5 самых продаваемых моделей в России, а Lada XRAY – в ТОП-20. Во всех этих автомобилях – труд более 500 тыс. человек, которые работали в разное время на заводе.

*АВТОВАЗ бережно хранит традиции*

*Николя Мор, Президент ОАО "АВТОВАЗ"*

*Сегодняшний успех Lada обеспечивают новые модели – Vesta и XRAY*

В 2008 г. АВТОВАЗ вошел в состав альянса "Рено-Ниссан" и в настоящее время является крупнейшим предприятием альянса в России и одним из крупнейших автозаводов в мире. Завод выпускает автомобили по полному циклу, имея в своем составе весь необходимый ряд производств: металлургическое, прессовое, производство пластмассовых изделий, технологического оборудования и оснастки, двигателей, шасси, коробок передач, линии сварки, окраски, сборки. Предприятие имеет собственный Научно-технический центр – уникальный в масштабах России комплекс, позволяющий осуществить полный цикл создания автомобиля – от идеи до подготовки к серийному производству. АВТОВАЗ единственный из 46 заводов альянса, который выпускает по полному циклу автомобили под четырмя брендами (Lada, Renault, Nissan и Datsun). Сегодня Lada представлена 20 моделями и модификациями в классах B, B+, SUV и LCV.

Празднование юбилея АВТОВАЗа продлится 4 года. Кульминацией станет 19 апреля 2020 г. – 50-летие выпуска первого автомобиля. План мероприятий сформирован на уровне Правительства России и включает в себя масштабные изменения во всех сферах жизни городского округа Тольятти. Председателем рабочей группы по подготовке празднования, в которую входят представители федеральной и региональной власти, является заместитель Председателя Правительства РФ Аркадий Дворкович.

В честь юбилея автозавода с начала 2016 г. уже прошли различные праздничные мероприятия. Несколько дней назад состоялся День открытых дверей. Все желающие смогли посетить АВТОВАЗ, в частности: производство двигателей, прессовый цех, линию сварки и сборки автомобилей на платформе B0, пройти тест-драйв автомобилей Lada, принять участие в различных конкурсах и соревнованиях.

# КОНТРАКТ НА ПОСТАВКУ МАСЕЛ ДЛЯ БЕЛАЗА

***Компания "Газпромнефть – смазочные материалы", оператор бизнеса масел "Газпром нефти", заключила с Торговым домом БЕЛАЗ, генеральным дистрибьютором ОАО "БЕЛАЗ" в России, пятилетний контракт на поставку масел под совместным брендом BELAZ G-Profi, специально разработанных для техники завода-производителя. Масла BELAZ G-Profi будут поставляться в аттестованные сервисные центры ОАО "БЕЛАЗ" в России и за рубежом. На сегодня парк БЕЛАЗ насчитывает свыше 22 тыс. машин в различных странах мира, половина из которых – в России.***

Соглашение также способствует научно-техническому сотрудничеству, направленному на повышение надежности работы техники БЕЛАЗ в гарантийный и постгарантийный период, а также предусматривает внедрение единого стандарта фирменного технического обслуживания в сфере применения смазочных материалов. BELAZ G-Profi является совместной разработкой партнеров. Уникальные рецептуры масел и технических жидкостей BELAZ G-Profi созданы с учетом индивидуальных особенностей техники БЕЛАЗ и призваны обеспечить максимальную производительность механизмов даже в сложных условиях эксплуатации. BELAZ G-Profi имеют статус специальных масел для техники БЕЛАЗ.

"Сотрудничество с одним из крупнейших производителей отрасли дает нам уникальную площадку для разработки высокотехнологичной продукции, способной полностью заменить импортные аналоги, – говорит генеральный директор компании "Газпромнефть – смазочные материалы" Александр Трухан. – Наши смазочные материалы не просто одобрены производителем, но и разработаны совместно с ним, что является гарантией безупречной работы техники".

"Мы пристально следим за качеством обслуживания нашей техники как в гарантийный, так и в постгарантийный период, – отмечает генеральный директор Торгового дома БЕЛАЗ Алексей Лямин. – Задачей смазочных материалов и технических жидкостей BELAZ G-Profi является обеспечение долговечности работы узлов и агрегатов карьерной техники БЕЛАЗ. Использование данной продукции позволит существенно улучшить эксплуатационные характеристики техники БЕЛАЗ, что несомненно повысит ее эффективность".

# BOSCH ПРЕДЛАГАЕТ ВПРЫСКИВАТЬ ВОДУ В ДВИГАТЕЛЬ

***Недавно специалисты компании Bosch предложили использовать систему впрыска воды на легковых автомобилях.***

Аналогичная система была применена на концепте BMW M4 GTS еще год назад. Она должна была повысить мощность. Сама по себе жидкость не влияет на отдачу трехлитрового турбомотора, зато она открывает путь к дальнейшему повышению давления наддува. При попадании во впускной трубопровод вода снижает температуру топливно-воздушной смеси, что уменьшает риск возникновения детонации, которой так боятся высокофорсированные моторы. Все это очень полезно для дальнейшего тюнинга. И хотя BMW M4 GTS все еще является штучным автомобилем, в компании Bosch надеются проложить этой технологии путь на массовый рынок.

Немецкие инженеры уверяют, что впрыск дистиллированной воды позволит снизить потребление топлива. Выигрыш может составить до 13 %. С выбросами углекислого газа дела обстоят более скромно – их удастся уменьшить на 4 %. Одновременно с этим благодаря снижению температуры топливно-воздушной смеси и возможности повышения давления турбонаддува удастся также поднять мощность и крутящий момент.

Новую систему можно будет применять не только на экспериментальных автомобилях вроде BMW M4 GTS, но и на серийных моделях. По словам руководителя глобальных проектов Bosch Фабианы Пиаццы, это могут быть как городские субкомпактные автомобили, так и суперкары. "Лучше всего система работает на моторах с удельной мощностью свыше 109 л.с. на один литр рабочего объема, – заявила г-жа Пиацца. – В настоящее время мы начинаем вывод новой технологии на рынок, поскольку более строгие требования к выхлопу и новые, более реалистичные тестовые циклы повышают востребованность такой системы в автомобилях".

# В Венгрии открылась первая станция G-Energy Service

***Компания "Газпромнефть – смазочные материалы", оператор бизнеса масел "Газпром нефти", открыла в Венгрии первую станцию технического обслуживания (СТО) в рамках собственной международной программы G-Energy Service. Это седьмая зарубежная станция, открытая в рамках проекта.***

На станции G-Energy Service, находящейся в 60 км от Будапешта, установлены девять современных пунктов замены масел, работает квалифицированный персонал. Масла и технические жидкости, поставляемые на станцию, компанией "Газпромнефть – смазочные материалы" предназначены для различных типов современных автомобилей как в гарантийный, так и в постгарантийный период эксплуатации. Вся продукция соответствует международным требованиям по качеству.

Дополнительно специалисты СТО проведут автомобильную диагностику, развал-схождение, кузовные работы, шиномонтаж, заменят тормозные колодки, аккумуляторные батареи и заправят кондиционеры. Для посетителей оборудована комфортабельная клиентская зона.

По условиям проекта G-Energy Service компания "Газпромнефть – смазочные материалы" оказывает СТО партнеров, работающим под брендом программы, поддержку: помогает приобретать специализированное оборудование, обучать персонал и осуществлять оформление станций.

Программа уже реализована более чем на 30 станциях в России, Италии, Грузии, Армении, Белоруссии и Казахстане. Все СТО представляют собой комплексы, оснащенные современным технологическим оборудованием, отвечающие высоким стандартам промышленной и экологической безопасности. G-Energy Service планируется развивать в России, СНГ, Западной Европе, а также в странах Ближнего Востока и других регионах.

"Программа G-Energy Service позволяет нам предоставлять автомобилистам не только качественные смазочные материалы, но и отличный уровень обслуживания, единый для всех регионов присутствия компании, – отметил генеральный директор компании "Газпромнефть – смазочные материалы" Александр Трухан. – Старт программы в Венгрии – знаковое событие, поскольку это важный шаг в развития международного бизнеса нашей компании. Наличие собственного производства в Италии и Сербии создает нам комфортные условия для работы на европейском рынке. Уверен, что европейские автомобилисты делающие выбор в пользу моторных масел G-Energy и "Газпромнефть", также по достоинству оценят и качество услуг, предоставляемых G-Energy Service".