AL3K

ЗК «АвтоГазоЗаправочный Комплекс+

+ Альтернативное топливо»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том 16. № 4. 2017 г.

Издается с января 2002 г.

Периодичность – ежемесячно

Учредитель

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

ООО "Издательство "Инновационное НАУКА машиностроение" Савченко А.С. Главный редактор Новейшие технологии для оптимизации затрат при нефтегазодобыче В.Ф. Третьяков – академик РАИН, В статье рассматриваются пути оптимизации затрат в нефтегазовом комплексе, в частности, прид-р хим. наук, профессор менение нефтегазовых нанотехнологий для увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН). Подробно рассказывается и о другом виде физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пла-Зам. главного редактора стов – технологии обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) с применением соляной кислоты. В кон-А.С. Савченко - о внедрении на месторождениях бездатчиковой технологии механизированной добычи нефти Председатель редакционного совета Зыков С.А., Марков В.А., Трифонов В.Л. **В.Ф. Корнюшко** — д-р техн. наук, Заслуженный деятель науки и техники РФ Проведен анализ методов исследования загрязненности и обводненности дизельного топлива. Рас-Состав редакционного совета: смотрены стандартные методики определения массового содержания загрязнений в топливе и усовершенствованное оборудование для определения состава загрязнений. Разработаны методики оценчлен-корр. АН РТ Г.С. Дьяконов ки свойств фильтрационных материалов фильтров тонкой очистки дизельного топлива. (Респ. Татарстан, г. Казань) Лиханов В.А., Лопатин О.П., Чупраков А.И. д.т.н. В.А. Марков Влияние этаноло-топливной эмульсии на экологические параметры дизеля 166 (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва) Представлены результаты экспериментальных исследований влияния применения этаноло-топливд.т.н. Н.Г. Кириллов ной эмульсии как альтернативного топлива на экологические параметры дизеля 4Ч 11,0/12,5. В ре-(ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", зультате перевода дизеля для работы на этаноло-топливной эмульсии происходит снижение в отра-ботавших газах сажи в 4,8 раза, оксидов азота на 40,3 %, диоксида углерода на 26,6 %, оксида углерода г. Санкт-Петербург) д.т.н. И.М. Коклин (ООО "Газпром Трансгаз Ставрополь") Наджафова М. А., Абдуллаева Ю.А., Шахвердиева А.Ф. член-корр. НАН Ю.Н. Литвишков Исследование методом ЭПР керосиновых и дизельных, фракций (Азербайджан, г. Баку) академик НАН И.И. Лиштван Методом ЭПР изучены некоторые фракции Абшеронской нефти. Показано, что всех исследуемых менносом от изучаны неконнорые фракции тошеровской некрипи. Показан, чти свех исстесуемых фракциях регистрируются спектры ЭПР асфальтеновых радикалов и металлов.С утяжелением фрак-ций появляются ЭПР спектры металлокомплексов (DHобщ. =25 мТл, g=2,4) в керосиновой и дизельной фракциях нефти. Обсуждаются предполагаемые механизмы их образования. (Беларусь, г. Минск) академик РАЕН С.В. Мещеряков (МИНГП, г. Москва) д.э.н. А.В. Николаенко **ИНФОРМАЦИЯ** (МГТУ МАМИ, г. Москва) О.Н. Румянцева (ООО "Издательство "Инновационное Выступление А.Б. Миллера на Петербургском международном газовом форуме (ПМГФ-2016) В своем выступлении хотелось бы остановиться на той роли газа, которую он будет играть в долгомашиностроение") срочной перспективе для стабильного развития мировой экономики. Есть ряд проблем в мировой экономике, которые не могут быть решены без газа, без увеличения его доли в мировом топливно-энерд.х.н. Р.М. Талышинский (РАН ИНХС, г. Москва) гетическом балансе, без увеличения объемов его мирового потребления. академик НАН РК, Е.М. Шайхутдинов Анисимова Н.В. (Респ. Казахстан, г. Алматы) "ГАЗон NEXT" на сжатом природном газе пошел в серию Редактор "Группа ГАЗ" начала серийное производство среднетоннажного грузового автомобиля "ГАЗон NEXT И.Л. Сильченкова CNG" на сжатом природном газе. Автомобиль комплектуется газовым двигателем ЯМЗ-534. Компьютерная верстка Соловьев А.А. С.А. Жиркина Непривычно щедрые на снегопады и морозы декабрь и январь стали для газомоторных тракторов Адрес и телефон редакции: "Агромаш Метан", работающих в коммунальной сфере Воронежской области, испытанием на надеж-107076, г. Москва, ность и производительность. И выдержали они экзамен достойно. Колодезный пер., д. 2а, стр. 2 Быкова Е.Г. Тел. 8 (495) 661-38-80, 8 (499) 268-41-77 E-mail: info.agzk-at@mashin.ru Российская команда "КАМАЗ-мастер" триумфально вернула себе титул чемпионов экстремального рапли-марафона "Дакар". Экипаж команды "КАМАЗ-мастер" Эдуарда Николаева стал победителем ралли "Дакар-2017", а экипаж Дмитрия Сотникова стал серебряным призером гонки. info.agzk.at@gmail.com www.mashin.ru Подписано в печать 29.03.2017 г. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. 1 января 2017 г. исполнилось 85 лет со дня основания Горьковского автозавода — ключевого предпри-Усл. печ. л. 5,88. ятия "Группы ГАЗ". Автозавод был построен за 18 месяцев, вступил в строй в начале января 1932 г., Отпечатано в ООО "Канцлер", а 29 января с конвейера сошел первый грузовик – "полуторка" ГАЗ-АА. 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4,

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

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



Autogas Filling Complex+

+ Alternative fuel»

AN INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAGAZINE

Vol. 16. № 4. 2017 г.

Published from January, 2002

Periodicity — monthly

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

CONTENTS

SCIENCE	LLC "Publishers "Innovative mashinostroenie
Savchenko A.S.	Editor-in-chief V.F. Tretyakov — academician of RAES,
The latest technology to optimize the costs for oil and gas	doctor of chemical sciences, professor
This article discusses ways to optimize costs in the oil and gas industry, in particular, the application of nanotechnology to increase the oil recovery factor (ORF). Detailed account and a different form of physical and chemical methods of enhanced oil recovery – processing technology bottomhole formation zone (PPP) with the use of hydrochloric acid. In the end – the introduction of deposits on sensorless technology SALT mechanized oil	Deputy editor A.S. Savchenko
recovery.	Chairman of the editorial board
Zykov S.A., Markov V.A., Trifonov V.L.	V.F. Kornyushko – doctor of technica
Fuel contamination and water content of diesel fuel. Part 1	sciences, honored scientist of the Russian Federation
The analysis of methods of research of fuel contamination and water content of diesel fuel is car-ried out. Standard methods of determination of mass contamination in fuel and improved equip-ment for determining the composition of contaminants are considered. Methods of evaluation of properties of filter materials for the filters of thin clearing of diesel fuel are developed.	The editorial board: corresponding member of the AS RT
Likhanov V.A., Lopatin O.P., Chuprakov A.I.	G.S. D'yaconov (Tatarstan Resp., Kazan)
The effect of ethanol-fuel emulsion on the ecological parameters of diesel 166	doct. of techn. sc. V.A. Markov
The results of experimental studies of the effect of the application was ethanol-fuel emulsion as an alternative fuel on the ecological parameters of a diesel engine 4F 11,0/12,5. As a result of translation of a diesel engine to run on ethanol-fuel emulsion is reduced in the exhaust gases of carbon black 4,8 %, nitrogen oxides by 40,3 %, carbon dioxide, 26,6 %, carbon monoxide 28,6 %.	(Bauman MSTU, Moscow) doct. of techn. sc. N.G. Kirillov (LLC "IPC Stirling-Technology",
Najafova M .A., Abdullayeva Yu.A., Shahverdiyeva A.F.	St. Petersburg)
A research by ESR kerosene and diesel fraction Absheron oil	doct. of techn. sc. I.M. Koklin
It is shown that spectra of metals and asphalthenes radicals recorded in all investigated oil. With the worsening of fractions appear ESR spectra of metal complexes (ΔH_{oGul} , = 25 mml, g = 2,4) of kerosene and diesel fraction Absheron oil. Discussed the proposed mechanisms of their formation.	(LLC "Gazpom Transgaz Stavropol") corresponding member of the ANAS Yu.N. Litvishkov (Azerbaijan, Baku)
INFORMATION	academician of the NAS I.I. Lishtvan
	(Belarus, Minsk)
Speech mr. Miller A.B. at the St. Petersburg International Gas Forum (GF-2016) 178	academician of the RANS
In my speech I would like to highlight the role of gas, which he will play a long-term stable development of the world economy. There are a number of problems in the world economy that can not be solved without gas, without increasing its share in the global energy balance, without increasing the volume of its global consumption.	S.V. Meshcheryakov (MINGP, Moscow) doct. of econom. sc. A.V. Nikolaenko (MSUME, Moscow)
Anisimova N.V.	O.N. Rumyantseva
"GAZon NEXT" on compressed natural gas went into a series of diesel	(LLC "Innovative mashinostroenie" Publishers)
Soloviev A.A.	doct. of chem. sc. R.M. Talyshinsky
In the Year of Ecology – Technology at the NGV	(TIPS RAS, Moscow) Academician of the NAS RK E.M. Shaikhutdinov (Kazakhstan Resp., Almaty)
Bykova, E.G.	Editor
Rally-marathon Dakar-2017	I.L. Silchenkova
The Russian team KAMAZ-master triumphantly regained the title of champions of extreme rally-marathon Dakar. KAMAZ-master team crew Eduard Nikolaev was the winner of Dakar-2017, and Dmitry Sotnikov's crew won the silver medal race.	Computer Design S.A. Zhirkina
Kuznetsova M.V.	Address and phone edition:
Gorky Automobile Plant celebrated its 85th anniversary	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
News	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"

УДК 622.24.05

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ ПРИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ

А.С. Савченко, зам. главного редактора журнала АГЗК+АТ, издательство "Инновационное машиностроение", г. Москва

В статье рассматриваются пути оптимизации затрат в нефтегазовом комплексе, в частности, применение нефтегазовых нанотехнологий для увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН). Подробно рассказывается и другом виде физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов – технологии обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) с применением соляной кислоты. В конце – о внедрении на месторождениях бездатчиковой технологии механизированной добычи нефти SALT.

Ключевые слова: затраты; налогооблажение; доход; нефтегазовый комплекс; нанотехнологии; коэффициент извлечения нефти; кислотное воздействие; SALT-технология.

THE LATEST TECHNOLOGY TO OPTIMIZE THE COSTS FOR OIL AND GAS

Savchenko A.S., Deputy editor-in-chief of the magazine AGZK+AT, publishing "Innovation Mashinostroenie", Moscow

This article discusses ways to optimize costs in the oil and gas industry, in particular, the application of nanotechnology to increase the oil recovery factor (ORF). Detailed account and a different form of physical and chemical methods of enhanced oil recovery – processing technology bottomhole formation zone (PPP) with the use of hydrochloric acid. In the end – the introduction of deposits on sensorless technology SALT mechanized oil recovery.

Keywords: costs; taxation; income; oil and gas sector; nanotechnology; oil recovery factor; Acid exposure; SALT-technology.

Министерство финансов Российской Федерации в "Основных направлениях налоговой политики на 2017—2019 гг." приготовило нефтяникам подарок — увеличение налоговой нагрузки на нефте-

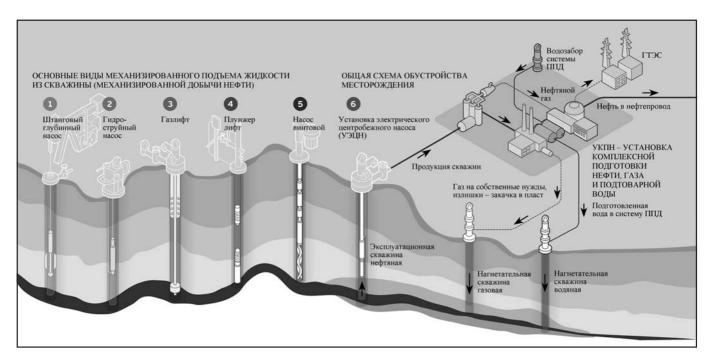
газовую отрасль. По мнению главы Минфина А.Г. Силуанова, необходимо уже "если не в 2017-м, то с 2018 г." вводить новый порядок налогообложения, может быть вначале в качестве эксперимента.

Речь идет о переходе с налога на добычу природных ископаемых (НДПИ) на налог на добавленный доход (НДД), уточнил министр. Ведомство предложило этот механизм в противовес налогу на финансовый результат (НФР), который предлагало Минэнерго для выработанных месторождений с низкорентабельной добычей вместо ныне действующего НДПИ. Кроме того,

А.Г. Силуанов отметил, что пришла пора отменять индивидуальные льготы и прекратить их предоставление отраслевыми ведомствами, "а не законодателем".







Основные виды механизированного подъема жидкости из скважины (механизированной добычи нефти)

В частности, Министерство финансов предложило уточнить порядок расчета налога на добываемую нефть. Формула его теперь дополнена новым слагаемым, которое в 2017 г. составит 306 руб., на 2018 г. — 357 руб. и на 2019 г. достигнет 428 руб. Разумеется, при этом в Минфине традиционно подчеркивают, что это не приведет к какомулибо значительному повышению налоговой нагрузки на добычу нефти в целом. Соответственно этим смелым утверждениям, Минфин хочет охватить новацией всю отрасль сразу, в то время как Минэнерго предлагает сначала осторожно протестировать новый налог в течение 3—5 лет на нескольких "пилотных" месторождениях.

Так будет или иначе, но в целом вопрос, похоже, решен. Правительство РФ еще в середине декабря 2016 г. сообщило по итогам заседания правовой комиссии по ТЭК, которое провел вице-премьер Дворкович А.В., что НДД в пилотном режиме заработает в нефтегазовой отрасли с 2018 г.

При этом Дворкович А.В. не видит особых проблем для отрасли в связи с этим решением: "С точки зрения налогов — работу еще не завершили, решение на следующий год, действительно, уже принято, но если говорить о среднесрочной перспективе, то перед нами стоит задача принятия законопроекта, связанного с налогом на дополнительный доход, на финансовый результат — он так называл-

ся в разное время. И, думаю, что это позволит сбалансировать отрицательные и положительные стимулы в нефтяном секторе. НДПИ увеличился, но решения, связанные с НДД, позволят сбалансировать".

Очень хочется разделить оптимизм с вице-премьером, но пока остаются некоторые сомнения...

В 2015 г. Россия добыла 534 млн т нефти. Это позволило РФ занять 3-е место по добыче после США и Саудовской Аравии, при 8-м месте в мире по разведанным запасам черного золота.

В общем балансе российского экспорта нефть до последнего времени составляла около 34 %, на природный газ приходилось 15 %. Иначе говоря, половина российской выручки за рубежом сладко пахла углеводородным сырьем.

Еще в 2009 г. Правительство РФ утвердило "Энергетическую стратегию России на период до 2030 г.", в которой нефтегазовый комплекс отмечен в качестве одного из базовых генераторов инноваций, стимулирующий развитие смежных отраслей и экономики в целом. Это всем понятно и без соответствующих документов. Но за прошедшее с 2009 г. время, в России и в мире произошло слишком много событий, никак не способствующих "генерированию инноваций".



Множество нефтяных скважин еще не автоматизировано, что сказывается на их дебите



Падение мировых цен на нефть не стало "тактическим скачком", как предрекали многие экономисты и политики. Цена на баррель упала, относительно стабилизировалась и вряд ли сильно возрастет в долгосрочной перспективе. Ни о каких желанных "100 долларах" речи уже давно не идет. Это, на фоне грядущего изменения налогообложения сделало еще более актуальным вопросы снижения себестоимости добычи нефти за счет повышения эффективности ее извлечения и снижения энергозатрат. Поэтому поддержание высокого уровня рентабельности в нефтегазовом секторе и мотивирование предприятий на разработку и использование эффективных технологий становится не просто очередным красивым казенным лозунгом, а единственным способом спасения отрасли.

"Сегодня для получения дохода нужно повышать уровень выработки месторождений и более рачительно использовать имеющиеся ресурсы", — считает Р.Д. Тутушев, генеральный директор компании "Нижнеомринская нефть" (г. Ухта). И с ним трудно не согласиться.

Технологическое отставание России от развитых стран заметно, в том числе и в нефтедобывающей индустрии. Основной показатель — коэффициент извлечения нефти (КИН) в России в 2009 г. составил 0,3, в 2015 г. Он даже сократился до 0,27.

В США КИН вырос за это время до 0,4 и это при худшей структуре нефтяных запасов.

Мировые нефтяные компании сегодня держат КИН на уровне 0,4-0,45. На крупных объектах он достигает даже 0,5. К 2020 г. основные добывающие страны планируют выйти на средний КИН = 0,5.

В России КИН на уровне 0,5 из крупных месторождений достигнут только на Ромашкинском. "Сейчас свыше 30 % запасов нефтяных компаний находятся за гранью рентабельности", — комментирует проблему В.И. Калюжный, министр топлива и энергетики России в счастливых 1999—2000 гг. Разумеется, он имеет в виду российские компании.

Наглядный пример. На крупнейшем в России пробурено около 15 тыс. скважин, а используется из них... менее трети. При этом Федеральное агентство по недропользованию готово тратить на глушение малодебитных скважин по 5 млн руб./год, вместо того, чтобы внедрять современные технологии повышения эффективности нефтедобычи.

Как утверждает Morgan Stanley, себестоимость добычи в России находится в среднем на уровне 7—8 долл. США, что с учетом 75—80 % налогов в цене российской нефти составит необходимую минимальную цену на уровне 32 долл. США.



При этом себестоимость добычи нефти в США в среднем выше (до 10 долл. США), а вот с учетом налогов составляет около 25 долл. США, что получается ниже, чем в России. Итоговая необходимая для рентабельной добычи цена на нефть у свыше 80 % мирового производства составляет примерно 30 долл. США за барр. Это относится к Саудовской Аравии, Мексике, Ираку, ОАЭ, КНР, Канаде (за исключением песчаной высоковязкой нефти), Великобритании и Нигерии.

При цене барреля нефти менее 40 долл. США (себестоимость менее 10 долл./барр) заводнение считается единственным способом добычи. Но КИН при заводнении без добавок каких-либо реагентов ее облагораживания в условиях российских запасов нефти низкий. Так, на ряде объектов, при любых затратах, достичь КИН при заводнении более 0,25 не удастся.

Для обеспечения высоких КИН и снижения энергозатрат в нефтегазодобыче, по мнению В.И. Кашина следует углубленно изучать особенности вытеснения нефти из продуктивных пород и во всем цикле нефтедобычи на наноуровне.

Повышенная обводненность продукции приводит к значительным затратам на подъем воды. Уменьшение обводненности за счет нефтегазовых нанотехнологий (НГНТ) весьма весомо экономически.

Эффект от применения нефтегазовых нанотехнологий: снижение обводненностии при ОПР, что позволяют увеличить дебиты по нефти в 1,5-1,7 раз. Технологический эффект: 0,5-10 тыс. т дополнительно добытой нефти на каждую обработанную скважину.

Превышение на 85 % обводненности добываемой в России нефти означает подъем 6 м³ воды с каждой 1 т черного золота. В мире эта величина не превышает 75 % и обычно поднимается только 3 м³ воды с 1 т. Нефтегазовые нанотехнологии могут обеспечить выход к 2025 г. на нефтеотдачу в 50 %, а к 2035 г. — и в 60 %!

Ограничения применения полимерных растворов в низкопроницаемых коллекторах связаны с тем, что высокомолекулярные полимеры забивают пористую среду, препятствуя последующему движению воды. Экспериментальные исследования показали, что выбор полимерных систем с размерами агрегатов в нанодиапазоне позволяет повысить КИН в низкопроницаемых коллекторах на 0,2—0,25.

В процессах водонефтеподготовки использование гидродинамических наноэффектов для разрушения бронирующих оболочек в эмульсиях (НГНТ) позволяет обеспечить качественную подготовку продукции при снижении удельного расхода деэмульгатора в 1,5—2 раза и температуры процесса на 10—15 °C, что несет в себе огромный экономический эффект.

По мнению аналитиков компании Shell, НГНТ позволят максимально увеличить ценности существующих активов, обеспечить возможность разработки новых ресурсов, повысить КИН и создать условия для развития новых направлений бизнеса.

В среднем с каждой тонной нефти в мире добывается 3 т воды и ежегодно расходуется более 40 млрд долл. США на отделение и очистку попутной воды.

В России добывают 13,5 % от мирового объема. Это означает, что на отделение и очистку попутной воды здесь тратится не менее 5 млрд долл. США. Но и обводненность продукции в России оказывается намного больше среднемировой — как отмечено выше, в нашей стране отбирается более пяти объемов воды на один объем нефти. Это означает, что на отделение и очистку попутной воды в России тратится значительно больше 7 млрд долл. США. Снижение обводненности хотя бы до среднемирового уровня даст экономию не менее 2 млрд.

Экономия средств и энергии приведет к снижению себестоимости добычи нефти, что в свою очередь приведет к уменьшению экономически приемлемого дебита скважин по нефти и, в конечном счете, к увеличению КИН.

Задача обеспечения страны нефтью и газом на основе высокорентабельных энергосберегающих инновационных технологий во всем цикле движения нефти и газа от скважины до потребителя, повышающих КИН до 0,5–0,6 и снижающих себестоимость до 2–3 долл./барр хотя бы для добычи 300 млн т/год, должна стать поистине национальным проектом.

Другим видом физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов являются технологии обработки ПЗП с применением соляной кислоты.

Кислотное воздействие основано на реагировании раствора кислот с минералами, образующими



породу коллектора, и привнесенными твердыми минеральными веществами, блокирующими призабойную зону.

В настоящее время в нефтедобывающей промышленности кислотное воздействие используется лля:

- обработки призабойной зоны в нефтедобывающих и водонагнетательных скважинах в период их освоения или ввода в эксплуатацию;
- обработки призабойной зоны этих скважин при интенсификации их производительности;
- очистки фильтра и призабойной зоны скважин от образований, обусловленных процессами добычи нефти и закачки воды,
- очистки фильтра в призабойной зоне скважин от образований, обусловленных процессами ремонта скважин;
- удаления образований на обсадных колоннах и в подземном оборудовании, обусловленных процессами эксплуатации скважин;
- инициирования других методов воздействия на призабойную зону.

Возможно применение следующих методов кислотной обработки:

- кислотные ванны;
- простые кислотные обработки;
- кислотные обработки под давлением;
- термокислотные и термогазохимические обработки;
- пенокислотные и термопено-кислотные обработки;
 - гидроимпульсные кислотные обработки;
 - кислотоструйные обработки;
 - обработки глинокислотой;
 - углекислотные обработки;
 - обработки сульфаминовой кислотой и др.

Надо сказать, что использование соляной и иных кислот для обработки призабойной зоны пласта в добывающих и нагнетательных скважинах началось в США еще в конце XIX в.

Кислотное воздействие впервые было применено для увеличения дебитов нефтяных скважин на месторождениях с карбонатными коллекторами. Для проведения кислотной обработки первоначально использовалась только соляная кислота, и метод получил название солянокислотной обработки. Затем область применения кислотной обработки и ассортимент кислотных растворов значительно расширились. Все мировые нефтедобывающие концерны разработали, запатентовали и успешно используют для обработки углеводородных скважин кислотные растворы на основе соляной кислоты с добавлением набора комплексных присадок, которые обеспечивают долговременное увеличение дебитов скважин, сохранение коллекторских свойств пласта и защиту оборудования от коррозии.

В СССР по разным причинам соляная кислота в качестве технологии для повышения нефте- и газоотдачи активно не применялась. В этом тогда попросту не было особой необходимости. Были открыты крупные месторождения с хорошими скважинами, нефти было много, и доставалась она относительно легко. Соответственно, системно данной тематикой местные организации, а также нефтепромысловые производственные управления не занимались. Не создавалась и соответствующая инфраструктура для обеспечения перевозок, хранения и использования кислотных составов в национальном масштабе, не были закреплены отраслевые и корпоративные стандарты качества кислоты.

После приватизации нефтяной отрасли в 1990 гг. в Россию пришли западные сервисные компании, которые уже имели опыт работы с кислотной технологией. Но и они не стали ее активно применять, в том числе и по причине отсутствия необходимой для этого логистической и производственной инфраструктуры.

Как водится в России, для активного продвижения технологии им необходимо было получать разрешения на транспортировку кислоты, лицензии на работу с соответствующими химикатами, инвестировать создание транспортных средств для перевозки кислоты по территории страны. В общем, было огромное множество естественных и бюрократических препонов, которые делали использование кислотных растворов делом дорогим и неудобным, несмотря на очевидную эффективность и экономомичность решения. В силу этих причин, а также краткосрочного видения ситуации со стороны западных компаний, в России для стимулирования нефтеотдачи и газоотдачи пластов стали использовать другие технологии, прежде всего, гидроразрыв пласта. Такой метод зачастую приводит к быстрому росту дебитов скважины, но нередко безвозвратно губит месторождение в целом. При этом использование такой технологии по



стоимости существенно выше традиционной кислотной обработки.

Сейчас тенденция, к счастью меняется, причем достаточно быстро. Кислотная обработка, будучи во многих случаях оптимальным с точки зрения экономичности и эффективности решением для нефтегазовых компаний, уверенно занимает свое место среди наиболее перспективных решений в области стимулирования добычи с месторождений.

Российские нефтедобывающие компании начинают осознавать перспективность новой технологии. В нефтедобывающих регионах активно создается соответствующая инфраструктура, тем более, что для этого не требуются крупные инвестиции. В среднем, узел для хранения 150—200 м³ кислотного состава обойдется добывающей компании всего в 100 тыс. долл. США, включая саму емкость, весь комплекс автоматики, контрольно-из-

мерительные приборы и другое необходимое оборудование.

Отечественным нефтяникам следует изучать и использовать опыт своих коллег из стран Ближнего Зарубежья, которые уже давно работают и над другими путями увеличения рентабельности. Например, казахстанские добывающие компании активно внедряют на своих месторождениях бездатчиковую технологию механизированной добычи нефти SALT (Sensorless Artificial Lift Technology). Ее эффективность доказана результатами многочисленных испытаний.

Так, на пяти скважинах АО "Озеньмунайгаз" применили интеллектуальное управление погружными насосами на базе технического решения, предложенного компанией Danfoss, ведущим мировым производителем энергосберегающего оборудования. По результатам испытаний обеспечен прирост дебита и достигнута 10—12 %-ная экономия энергии.



В АО "Эмбамунайгаз" реализуется пилотный проект по внедрению станций управления на небольшом месторождении "Уаз", введенном в эксплуатацию в 2007 г. Если ранее качалки работали бесперебойно и при этом потребляли огромное количество электроэнергии, то SALT-технология помогла казахской компании достичь значительной экономии



"Новая технология позволяет не только значительно увеличить наработку на отказ насосного и наземного оборудования, но и увеличить добычу нефти на месторождениях четвертой и пятой стадии разработки. Внедрение данных станций управления — это составная часть развития интеллектуальных месторождений. В результате внедрения технологии SALT на более чем 120 скважинах в АО "Эмбамунайгаз" среднее увеличение дебита по нефти составило 0,8 т в сутки, то есть дополнительно порядка 35 тыс. т в год. Окупаемость проекта составляет, в среднем, не более 6-9 месяцев", поясняет С.Г. Ведерников, генеральный директор компании "Ойл Сервисиз Альянс" (официальный партнер Danfoss), занимающейся внедрением станций SALT в Казахстане.

Работа нефтяников согласуется с общим трендом развития отрасли в этой стране. В последнее время здесь предпринимаются серьезные шаги для увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН).

"Опыт коллег из Казахстана наглядно демонстрирует, что SALT-технология имеет большие перспективы. Это доказывает устойчивый спрос на данное решение: в 2014—2015 гг. нефтяным компаниям Казахстана наши партнеры поставили 150 станций управления различных модификаций. Российским нефтяникам применение этого оборудования также поможет снизить издержки и увеличить добычу", — утверждает Ф.Ф. Мунтян, региональный представитель компании Danfoss по Уральскому ФО.

Ну и наконец, нельзя не упомянуть еще один резерв повышения рентабельности — организационный.

Л.Т. Терехов, старший консультант отраслей экономики ЗАО "АксионБКГ" и Л.В. Антонян, руководитель направления по математическому моделированию этой компании провели исследование организации работы ДНГ для ОАО "РН-Юганскнефтегаз". По данным исследования были даны соответствующие рекомендации

по оптимизации структуры рабочего времени операторов добычи:

- передача трудовых заданий по исследованию скважин (за исключением глубинных исследований) оператору по ДНГ;
- расширение объема работ операторов и, как следствие, увеличение доли времени выполнения работ на кусте скважин;
- формирование в бригадах ЦДНГ звеньев операторов;
- формирование и выдача трудовых заданий операторам и смежникам;
 - снижение времени на прием-передачу вахты;
- исключение возвращения в ЦДНГ до окончания рабочей смены;
- увеличение обеденного перерыва до 1,5 ч, установление гибкого графика обеденного времени у бригад/звеньев;
- оптимизация квалификационного состава операторов добычи:
- организация обучения операторов, имеющих низкие разряды, на высокие разряды для расширения компетенций и выполнения интегрированных трудовых заданий;
- передача несвойственных работ из цехов ДНГ в сервис;
- оптимизация маршрутов и зон закрепления кустов скважин за операторами с использованием методов экономико-математического моделирования (ЭММ).

Результаты по компании в целом таковы:

- снижение издержек, более чем на 4,4 млн долл. США в год;
- оптимизация численности 403 чел., в том числе в сервисном блоке 74 и в ЦДНГ 29 чел., соответственно.

Так что проблемы высоких затрат и низкого качества бизнес-процессов возможно эффективно решать и организационными способами, в том числе за счет внутренних ресурсов компании без привлечения крупных инвестиций. Только не надо забывать, что в данном случае мы имеем дело не с железом, а с человеческим материалом!



.

УДК 621.436

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ И ОБВОДНЕННОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА. ЧАСТЬ 1

С.А. Зыков, канд. техн. наук, МСХА имени К.А. Тимирязева; **В.А. Марков**, д-р техн. наук; **В.Л. Трифонов**, канд. техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Проведен анализ методов исследования загрязненности и обводненности дизельного топлива. Рассмотрены стандартные методики определения массового содержания загрязнений в топливе и усовершенствованное оборудование для определения состава загрязнений. Разработаны методики оценки свойств фильтрационных материалов фильтров тонкой очистки дизельного топлива.

Ключевые слова: дизельный двигатель; дизельное топливо; загрязненность топлива; содержание воды в топливе.

FUEL CONTAMINATION AND WATER CONTENT OF DIESEL FUEL. PART 1

Zykov S.A., Ph.D. of technical sciences, MSHA im K.A. Timiryazeva; **Markov V.A.,** Dr. of technical sciences; **Trifonov V.L.,** Ph.D. of technical sciences, BMSTU, Moscow

The analysis of methods of research of fuel contamination and water content of diesel fuel is carried out. Standard methods of determination of mass contamination in fuel and improved equipment for determining the composition of contaminants are considered. Methods of evaluation of properties of filter materials for the filters of thin clearing of diesel fuel are developed.

Keywords: diesel engine; diesel fuel; fuel contamination; water content in diesel fuel.

К важнейшим потребительским качествам двигателей внутреннего сгорания (ДВС) относится надежность их работы с максимально возможным ресурсом. Одной из главных задач обеспечения надежной и безотказной работы ДВС является уменьшение содержания в моторных топливах загрязняющих веществ и воды. Они могут попадать в топливо различными путями — в процессе производства, при неправильном хранении, умышленном разбавлении топлив водой, неполадках в топливной системе и др. [1]. Наличие загрязняющих веществ и воды в моторном топливе могут привести к серьезным последствиям, в том числе — ухудшению показателей работы двигателя, его отдельных систем и даже выходу их из строя.

Степень чистоты дизельного топлива определяет эффективность и надежность работы дизелей,

в первую очередь – их топливоподающей аппаратуры. В современных дизельных топливоподающих системах зазоры в прецизионных парах ("втулка плунжера – плунжер", "корпус распылителя – игла форсунки" и др.) составляют 1,5-4 мкм. Поэтому попадание в топливо загрязняющих частиц, размеры которых превышают указанные размеры, вызывает повышенный износ прецизионных деталей, выход из строя подкачивающего насоса и насосных секций топливного насоса высокого давления (ТНВД), зависание игл форсунок [2, 3]. Следует отметить и сокращение ресурса топливных фильтров. Как следствие, при эксплуатации дизелей около 50 % всех отказов приходится на топливную систему, причем более половины этих отказов вызвано. Кроме того, загрязнения, попадая с топливом в цилиндры



двигателя, становятся причиной износа деталей цилиндропоршневой группы, деталей механизма газораспределения, элементов системы турбонаддува двигателей.

Загрязненность топлива и содержание в нем воды могут оказывать существенное влияние и на показатели топливной экономичности и токсичности отработавших газов двигателя. В частности, на экологические показатели дизеля влияет множество факторов, показанных на рис. 1, наиболее значимым из которых являются качество топлива и состояние топливной аппаратуры [4].

Таким образом, значительный практический интерес представляют исследования, направленные на оценку загрязненности и обводненности дизельного топлива и разработку методов их уменьшения.

Выбор показателей, характеризующих общую загрязненность дизельного топлива в процессе эксплуатации мобильных машин, производится на основе анализа требований к его чистоте, приведенных в литературных источниках [1, 5] и нормативных документах [6—9]. В качестве основных оценочных показателей загрязненности дизельного топлива приняты сле дующие показатели: общее содержание загрязнений в топливе; массовое содержание зольной части загрязнений; элементный состав зольной части загрязнений; гранулометрический состав загрязнений; содержание свободной (эмульсионной) воды.

Для получения достоверных результатов минимальное количество анализов, обеспечивающих достоверность полученных данных, определяется по доверительной вероятности α и допустимой относительной ошибке измерения ε. Количество необходимых анализов определяется по формуле:

$$n_i = \left(\frac{x_i v_i}{\varepsilon_i}\right)^2, \tag{1}$$

где: v_i — коэффициент вариации; x_i — коэффициент, зависящий от доверительной вероятности α_1 , определяется по таблицам [10, 11]. Коэффициент вариации v_i оценивается на основании результатов предварительного анализа 6—8 проб топлива. Допустимая относительная ошибка измерений ε_i связана с точностью используемых приборов (при-

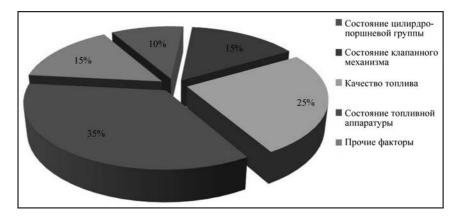


Рис. 1. Диаграмма влияния различных факторов на экологические показатели дизелей

нято $\varepsilon_i = 10$ %). Доверительная вероятность α выбрана из условий достаточной представительности результатов исследования (для рассматриваемых условий принято $\alpha_i = 0.9$).

Кроме количества анализов, достоверность результатов исследования загрязненности дизельного топлива в значительной степени зависит от методики отбора проб, причем унифицированной методики нет. Обычно пробы топлива в топливных системах отбираются из различных точек: из отстойника топливного бака после слива отстоя, из среднего слоя топлива через заливную горловину топливного бака, из фильтра-отстойника системы питания и т.п. Указанные методики не позволяют получить достоверных результатов при оценке загрязненности топлива в системе питания, т.к. отбор осуществляется в статических условиях (при выключенном двигателе) и из произвольно выбранной точки системы. В данном исследовании отбор проб топлива в топливной системе дизеля производился перед фильтром тонкой очистки и после него с помощью специально сконструированных пробоотборников, обеспечивающих регулируемую скорость отбора пробы (рис. 2).

Представительность отбираемой пробы достигалась за счет равенства скоростей потока топлива в топливопроводе системы питания двигателя и в трубке пробоотборника. Таким образом, отбор проб производился в изокинетическом режиме, что обеспечивает одинаковое содержание загрязнений в топливопроводе системы питания и в отбираемой пробе. Скорость потока топлива в топливопроводе определялась по его расходу при различных режимах работы, найденному экспериментально на стенде или расчетным путем в экс-



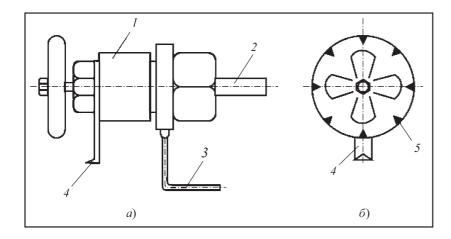


Рис. 2. Общий вид пробоотборника (а) и схема его регулировочного устройства (б):
 1 — угловой вентиль; 2 — присоединительный штуцер; 3 — топливоотводящая трубка;
 4 — указатель начала отсчета; 5 — регулировочная шкала

плуатационных условиях, а тарировка расхода топлива через пробоотборник производилась с помощью ротаметра. Указанный пробоотборник можно использовать и для отбора проб в статических условиях (например, из топливного бака).

Определение массового содержания загрязнений в топливе производилось в соответствии с ГОСТ 10577—78 (ранее ГОСТ 8287—57), которым предусматривается фильтрация топлива через биологический мембранный фильтр с обеспечением определенной ма ссы пробы и последующим взвешиванием [12, 13]. Среднее значение загрязненности дизельного топлива определялось по формуле:

$$\overline{\mathbf{M}} = \frac{\sum_{i=n}^{n} \mathbf{M}_{i}}{n_{i}},$$
(2)

где $\overline{\mathbf{M}}$ — среднее значение массового содержания загрязнений в данной серии анализов, г/см³; M_i — массовое содержание загрязнений при i-м анализе, г/см³; n_i — количество анализов, определяемое по формуле (1).

Определение массового содержания зольной (несгораемой) части загрязнений в топливе производилось в соответствии с ГОСТ 10577—78, которым предусматривается озоление загрязнений, задержанных беззольным биологическим фильтром, при температуре 500—550 °C, что исключает возможность потерь от испарения легкокипящих соединений натрия, калия, цинка и т.п. Определение содержания неорганической части загрязнений позволяет оценить количество содержащихся в них веществ, обладающих абразивными свойствами и представляющих наибольшую опасность для подвижных деталей топливной аппаратуры.

Элементный состав зольной части загрязнений определялся на установке МФС-7 методом спектрального анализа. Исследование гранулометрического (дисперсного) состава загрязнений проводилось с помощью микроскопа МБИ-15, дооборудованного телекамерой КТП-64 и монитором, на экран которого была нанесена масштабная сетка с ценой деления 5 мкм. Гранулометрический состав загрязнений определялся путем просмотра под микроскопом в проходящем свете проб топлива, залитых в открытую кювету. Изображение с помощью телекамеры проектировалось на экран монитора. Необходимое количество полей зрения для каждого интервала размеров определялось исходя из подсчитанного среднего количества частиц загрязнений в каждом интервале [10]. Количество частиц загрязнений по интервалам размеров в 1 мл топлива определяется по формуле:

$$X = 1274 \frac{\sum_{i=n}^{n} X_{i}}{D^{2} n h},$$
 (3)

где X — количество частиц загрязнений данного интервала размеров, шт/мм³; X_i — их количество в i-м поле зрения, шт/мм³; D — диаметр поля зрения микроскопа, мм; h — высота налива топлива в кювете, мм; n — количество полей зрения, шт. Выражение (3) получено в результате перевода среднего количества загрязнений данного интервала размеров, найденного путем подсчета в полях зрения, в единицу объема, путем следующих преобразований:

$$X = K \overline{x}; K_{\pi} = \frac{1000}{\pi D^2 h}; \overline{x} = \frac{\sum_{i=n}^{n} X_i}{n},$$



где \overline{x} — среднее количество частиц данного размера в поле зрения, шт; K_{π} — коэффициент перевода; 1000 — объем одного мл, мм 3 . Содержание свободной воды в топливе определялось как разность между содержанием общей и ра створенной воды по формуле:

$$C_{cr} = C_{ofiii} - C_{pactr}, (4)$$

где C_{cb} , $C_{oбщ}$ и $C_{pастb}$ — соответственно, массовое содержание свободной (эмульсионной), общей (суммарной) и растворенной воды, %. Содержание общей воды определялось по ГОСТ 8287—57 гидрид-кальциевым методом, основанном на изменении объема водорода, выделившегося при взаимодействии гидрида кальция с водой в реакции:

$$CaH_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2\uparrow$$
.

Количество выделившегося водорода замерялось газовой бюреткой, а количество прореагировавшей воды определялось расчетным путем. Пробы топлива отбирались в специальную колбу.

Содержание растворенной воды определялось по кривым растворимости, построенным по трем точкам, полученным при трех различных температурах и 100%-й относительной влажности воздуха. Для получения указанных зависимостей был использован прибор (рис. 3).

Содержание растворенной воды в топливе определяется не менее чем при трех температурах, после чего строится график растворимости воды в топливе (рис. 4, a). Точность построения этого графика проверяется по зависимости содержания растворенной воды в топливе от его температуры:

$$\lg C_{pacr} = f\left(\frac{10^4}{T}\right), \tag{5}$$

где T — абсолютная температура среды, К. Указанная зависимость носит линейный характер (рис. 4, δ), поэтому она может использоваться для определения содержания растворенной воды в топливе при любой температуре. С целью исключения контакта топлива с атмосферой при отборе проб топлива для определения содержания в нем свободной воды пробы должны отбираться закрытым способом. С этой целью предложена специальная колба (см. рис. 2), которая оснащена резиновой пробкой и патрубками диаметром 8 мм для подключения резиновых шлангов, через которые

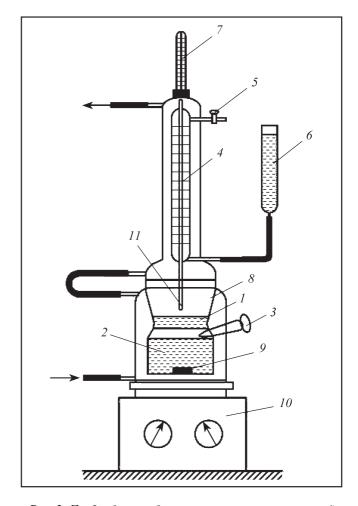


Рис. 3. Прибор для определения количества растворенной воды в топливе:

1 — водяная рубашка; 2 — резервуар нижней части прибора; 3 — кран для загрузки гидрида кальция; 4 — газовая бюретка; 5 — кран; 6 — уравнительный сосуд; 7 — термометр; 8 — резервуар верхней части прибора; 9 — магнит; 10 — магнитная мешалка

осуществляется предварительная промывка тройного объема топлива при отборе пробы, которая должна составлять 0,1 л.

При оценке загрязненности дизельного топлива используется масляный пылеуловитель (МПУ), предназначенный для улавливания (задержки) атмосферных загрязнений, поступающих в топливную систему машины с дизельным двигателем. Лабораторные испытания МПУ проведены с целью оценки эффективности МПУ на специальной установке (рис. 5) с масляной отстойной зоной 2. В качестве масла использовалась рабочая жидкость ВМГЗ. Для получения искусственно запыленного воздуха использовался воздушный смеситель 3 с



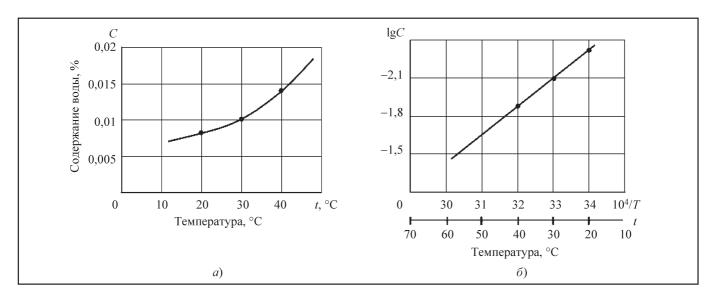


Рис. 4. Графики растворимости воды в топливе: a — зависимость C = f(t); δ — проверочный график, построенный с использованием формулы (5)

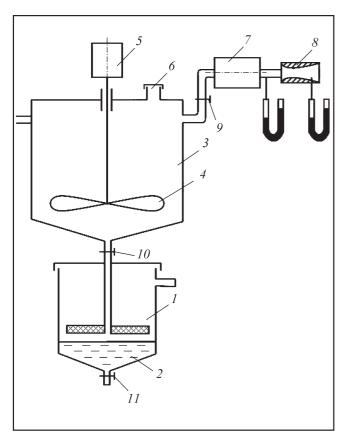


Рис. 5. Схема установки для лабораторных испытаний МПУ:

1 — пылеуловитель; 2 — масляная отстойная зона; 3 — смеситель; 4 — мешалка; 5 — привод; 6 — ввод пыли; 7 — воздуходувка; 8 — устройство для измерения расхода воздуха; 9, 10, 11 — краны

мешалкой и приводом 5. Смеситель имеет горловину 6 для ввода кварцевой пыли с удельной поверхностью $S_{yx} = 1050 \text{ м}^2/\text{кг}$. Воздух подается в смеситель и далее в МПУ с помощью воздуходувки 7, оснащенной диффузорным устройством для определения расхода воздуха 8. Подача воздуха и слив отстоя из МПУ производилась с помощью кранов 9, 10, 11.

Общая методика оценки эффективности задержки пыли в МПУ заключается в следующем. Вначале устанавливается расход воздуха воздуходувки 7 без введения пыли. Фиксируется положение регулятора воздуходувки. Затем при закрытых кранах в горловину 6 вводится навеска кварцевой пыли и включается привод мешалки 4. После интенсивного перемешивания пыли с воздухом в смесителе мешалка останавливается отключением привода 5, включается воздуходувка 7 и открываются краны 9 и 10. Запыленный воздух проходит через МПУ с осаждением пыли в зоне 2. После продувки МПУ производится слив отстоя из зоны 2 через кран 11. Эффективность МПУ по задержке пыли определяется по формуле:

$$\eta_{\rm B} = \frac{G_{\rm orc} - \rho_{\rm M} Q_{\rm M}}{n_{\rm H} G_{\rm H}},\tag{6}$$

где $G_{\text{отс}}$ — масса слитого отстоя МПУ после $n_{\text{ц}} = (5-7)$ циклов продувки МПУ на заданном режиме; $G_{\text{п}}$ — масса навески кварцевой пыли, вводимой



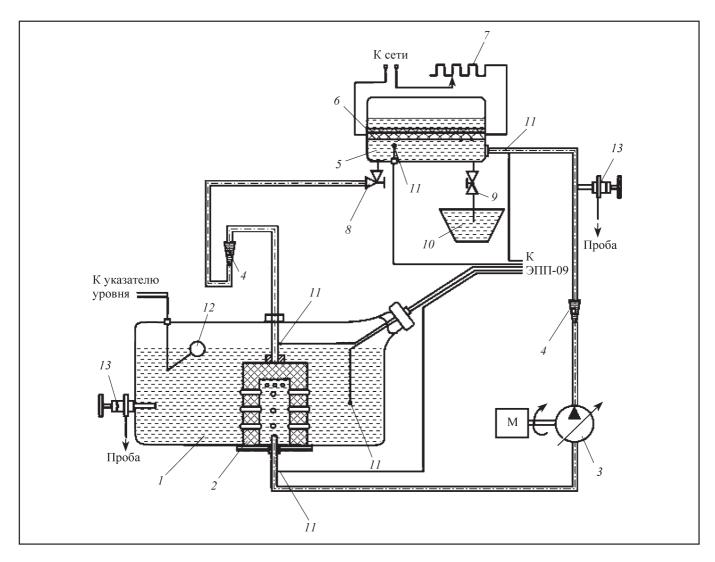


Рис. 6. Схема макетной установки:

1 — топливный бак; 2 — устройство для подготовки топлива; 3 — топливный насос с электродвигателем; 4 — ротаметр; 5 — резервуар; 6 — подогреватель; 7 — реостат; 8 — угловой вентиль; 9 — прямоточный вентиль; 10 — мерный сосуд; 11 — термопара; 12 — датчик поплавкового указателя уровня топлива в баке; 13 — пробоотборник

за один цикл; $\rho_{\rm M}$ и $Q_{\rm M}$ — плотность и объем масла, залитого в отстойную зону МПУ. Результаты лабораторных испытаний сравниваются с расчетными результатами. Окончательное заключение по эффективности МПУ производится на основании результатов эксплуатационных испытаний топливных систем.

При оценке обводненности топлива оно должно быть подготовлено к исследованию. Устройство для подготовки топлива предназначено для подачи в дизельный двигатель из топливного бака подогретого топлива, что способствует повышению эффективности работы двигателя, не вызывая увеличения содержания воды в топливе. Лаборатор-

но-стендовые исследования устройства для подготовки топлива осуществляются на макетной установке, моделирующей процессы топливоподачи. Эта установка (рис. 6) включает топливный бак автомобиля ТАТРА-815 с расположенным в нем устройством для подготовки топлива, резервуар с подогревателем для моделирования процесса нагрева топлива в двигателе, топливный насос, ротаметры для измерения расхода топлива, мерный сосуд для измерения количества сливаемого из резервуара топлива и систему измерения температуры топлива в различных точках, состоящую из хромель-никелиевых термопар и вторичного прибора самопишущего электронного потенциометра



ЭПП-09, а также топливопроводы и запорную арматуру.

Исследования на макетной установке (рис. 6) проведены с целью определения эффективности работы устройства для подготовки топлива по снижению его обводненности при подаче в двигатель. Эти исследования включают два этапа испытаний. На первом этапе испытаний устройство для подготовки топлива 2 в бак 1 не устанавливается, топливо из бака 1 при помощи топливного насоса 3 подается в резервуар 5, где нагревается подогревателем 6 трубчатого типа и частично через угловой вентиль 8 сливается обратно в бак, а частично через вентиль 9 поступает в мерный сосуд 10, что имитирует расход топлива двигателем. В процессе испытаний измеряется температура в баке 1, резервуаре 6 и трубопроводах термопарами 11 и электронным потенциометром ЭПП-09 (на рис. 6 не показан), расходы топлива ротаметрами 4, мерным сосудом 10 (с помощью секундомера) и поплавковым указателем уровня 12 (для оперативного контроля), а также отбираются пробы топлива пробоотборниками 13 (показан на рис. 1) закрытым способом с помощью колб (показаны на рис. 2). Режимы циркуляции топлива на установке соответствуют реальным для автомобиля ТАТРА-815 (рис. 7). Все измерения проводятся после стабилизации теплового режима всей системы.

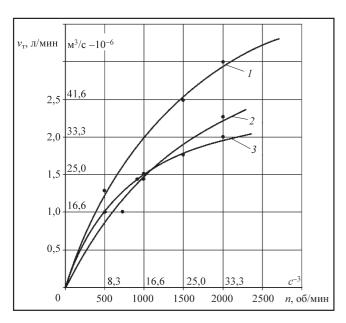


Рис. 7. Обратный слив топлива в бак из насоса высокого давления в зависимости от скоростного режима дизелей автомобилей:

1 – КАМАЗ-740; *2* – ЯМЗ-236; *3* – ТАТРА-815

Испытания проведены при отрицательных температурах ($10-15\,^{\circ}$ C). По результатам испытаний определяется зависимость обводненности топлива от определяющих факторов и параметров, близких к эксплуатационным. При проведении второго цикла испытаний в топливный бак I устанавливается устройство для подготовки топлива 2 и испытания повторяются на тех же режимах, которые были выбраны при проведении первого этапа. Дополнительно измеряется температура топлива на входе в устройство для подготовки топлива 2 и при выходе из него.

При проведении второго цикла испытаний определяется также соотношение между количеством топлива, сливаемого из резервуара, и топлива, поступающего в устройство для его подготовки из топливного бака. По результатам двух этапах испытаний проводится сравнение обводненности топлива при работе на близких режимах при использовании устройства для подготовки топлива и при его отсутствии и определяется эффективность применения этого устройства как соотношение этих показателей на каждом режиме работы по формуле:

$$E_i = \frac{C_{2i}}{C_{1i}},\tag{7}$$

где E_i — эффективность использования устройства на i-ом режиме, %; C_{1i} и C_{2i} — массовое содержание воды в топливе, поступающем в двигатель на i-м режиме работы при первом и втором циклах испытаний соответственно, %.

Важным элементом дизельных топливных систем являются топливные фильтры [2, 4, 5]. Их работа и эффективность во многом предопределяются проницаемостью пористых материалов, используемых в фильтрах. Проницаемость фильтрационных материалов как пористых сред представляет собой структурную характеристику, косвенно выражаемую через гидравлические показатели и физические свойства фильтруемой жидкости. Количественной мерой указанной характеристики служит коэффициент проницаемости, определяемый по данным гидравлических испытаний материалов с использованием закона Дарси:

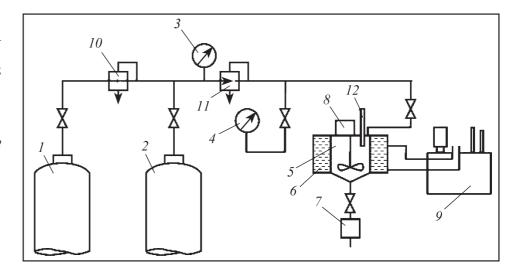
$$K = \frac{V\mu\delta}{S\Delta p},\tag{8}$$

где V — расход жидкости через образец материала поверхностью S, толщиной δ при перепаде давле-



Рис. 8. Установка для исследования свойств фильтрационных материалов:

1 — баллон со сжатым воздухом; 2 — ресивер; 3, 4 — манометры; 5 — бачок для топлива; 6 — водяная рубашка; 7 — патрон зажимной; 8 — электромотор; 9 — термостат; 10, 11 — редуктор; 12 — термометр



ния Δp ; μ — динамическая вязкость фильтруемой жидкости (или газа) при соответствующей температуре. Проницаемость пористого материала определяется путем продавливания топлива, масла или путем прокачивания воздуха через образцы материалов. Продавливание предварительно очищенного топлива или масла сжатым воздухом осуществляется на установке, схема которой представлена на рис. 8. Расход топлива или масла фиксируется с помощью мерной колбы и секундомера при установленном с помощью редуктора перепаде давления на образцовом манометре.

Для определения проницаемости путем прокачивания воздуха используется лабораторная установка, схема которой представлена на рис. 9. Методика измерений проницаемости в этом случае заключается в следующем. В зажимное устройство 1 устанавливается испытуемый образец 2 диаметром 30 мм. С помощью регулируемой воздуходувки 3 к зажиму подается воздух. Перепад давления на образце материала контролируется с помощью дифференциального манометра 4. Во впускном отверстии воздуходувки закреплен калиброванный коллектор 5 для измерения расхода воздуха. Работа коллектора основана на измерении разрежения воздуха в капиллярной трубке 6, установленной в его корпусе перпендикулярно потоку. Трубка 6 соединена с микроманометром 7 типа ММН-8, предназначенным для определения значения разряжения. Расход воздуха в коллекторе находится из соотношения:

$$V = \sqrt{\frac{2h}{\rho_B}}, \tag{9}$$

где h — показание микроманометра, Π а; $\rho_{\scriptscriptstyle B}$ — плотность воздуха, $\kappa \Gamma/M^3$. Коэффициент проницаемости при любом методе испытаний определяется по формуле (8). Расхождение результатов по обоим методам испытаний не превышает $\pm 10\%$.

При оценке параметров топливных фильтров необходимо знать пористость фильтрационных материалов, которая выражается отношением объема пустот (пор) $Q_{\scriptscriptstyle \Pi}$ к полно му объему образца материала:

$$\Psi_0 = \frac{Q_{\pi}}{Q_{\pi}}.$$
 (10)

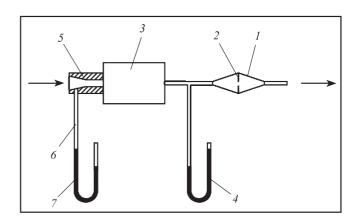


Рис. 9. Схема установки для определения коэффициента проницаемости на воздухе:

1 — зажимное устройство; 2 — испытуемый образец материала; 3 — воздуходувка; 4 — дифференциальный манометр; 5 — коллектор; 6 — капиллярная трубка; 7 — микроманометр



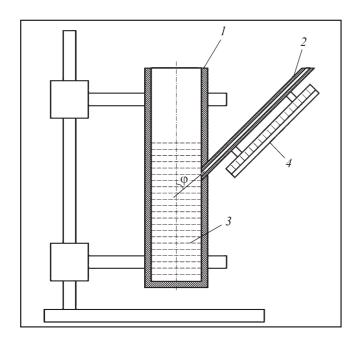


Рис. 10. Прибор для измерения пористости: 1 — мерный цилиндр; 2 — капиллярная трубка; 3 — жидкость; 4 — шкала

Расчет пористости обычно проводят по результатам взвешивания, пропитки материала или по массе и плотности компактного вещества, из которого он изготовлен. Кроме того, иногда применяются статистические, оптические и другие методы определения пористости, подробное описание которых приведено в работе [14]. В настоящей работе для определения пористости фильтрационных материалов использован усовершенствованный метод вытеснения жидкости пористым телом в мерном цилиндре.

Прибор для измерения пористости материалов схематично показан на рис. 10. Он представляет собой мерную колбу с капиллярной трубкой, установленной под углом 80° и предназначенной для увеличения перемещения мениска, определяющего объем вытеснения, что повышает точность измерения. Метод измерения пористости заключается в следующем. Колба заполняется жидкостью, имеющей малый краевой угол смачивания (этиловый спирт, бензин Б-70). Образцы испытуемых материалов вырезаются прямоугольными полосками (100×30) мм в количестве от 15 до 20 шт. Толшиномером с индикаторной головкой определяется толщина образцов (ГОСТ 12432-77) [15] и рассчитывается суммарный объем образцов $\Sigma Q_{\scriptscriptstyle \mathrm{M}}$. Образцы помещаются в мерную колбу и производится многократное обжатие сжимаемых материалов. После полной пропитки в течение 30 мин по изменению уровня жидкости в капиллярной трубке на шкале определяется суммарный объем "скелета" $\Sigma Q_{\rm ck}$. Пористость испытуемого материала (как относительная доля пор) определяется по формуле:

$$\Psi_0 = 1 - \frac{\Sigma Q_{\text{ck}}}{\Sigma Q_{\text{M}}}.$$
 (11)

К оценочным показателям эффективности фильтрационных материалов относятся: коэффициент фракционной очистки (отфильтровывания), номинальная тонкость фильтрации и коэффициент полноты отсева. Определение коэффициентов отфильтровывания и номинальной тонкости фильтрации основано на сравнении дисперсного состава и счетной концентрации частиц искусственного загрязнителя до фильтра (в суспензиях) и после фильтра (в фильтрате). Коэффициент полноты отсева оценивается аналогично сравнением массовой концентрации загрязнений до и после испытуемого материала.

Испытания проводились на установке, схематично изображенной на рис. 8.

Принцип действия установки основан на продавливании дизельного топлива, загрязненного кварцевой пылью с удельной поверхностью $560 \text{ m}^2/\text{кг}$ или $1050 \text{ m}^2/\text{кг}$, через образцы фильтроматериалов. Концентрация пылей в нефтепродукте составляет 0,005-0,01% (масс.). Режим течения жидкости определяется из условия моделирования работы реальных фильтров по скорости фильтрации.

Пробы топлива до и после фильтра отбираются в стеклянные кюветы, и после осаждения частиц загрязнений производится просмотр пробы, отобранной после фильтра. Количество просмотренных полей зрения составляет не менее 10; количество подсчитанных частиц — не менее 500 шт. Затем производится анализ пробы, отобранной до фильтра. При этом число полей зрения, просмотренных во второй пробе, соответствовало числу полей зрения, просмотренных в первой пробе. Коэффициент отфильтровывания определ яется по формуле:

$$\varphi_{x} = \frac{n_{ox} - n_{x}'}{n_{ox}}, \qquad (12)$$

где $n_{\text{ох}}$ — количество частиц x-й фракции в суспензии; n_{x}' — количество частиц x-й фракции в фильтре. По данным измерений и расчета строятся кри-



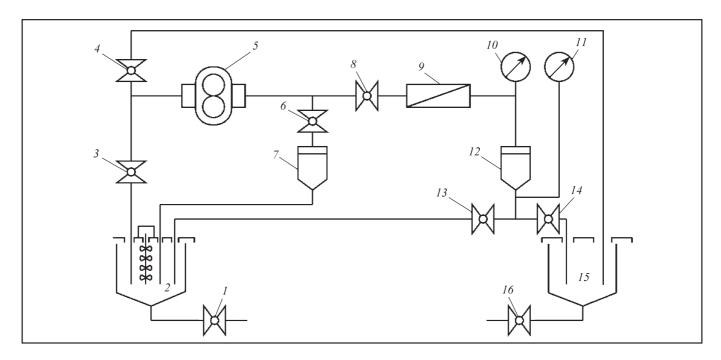


Рис. 11. Схема лабораторного испытательного стенда:

1, 3, 4, 7, 8, 13, 14, 16 — вентили; 2 — технологическая емкость; 5 — регулируемый насос; 7, 12 — корпуса фильтров; 9 — ротаметр; 10, 11 — манометры; 15 — мерная емкость

вые коэффициентов отфильтровывания в виде зависимости $\phi_x = f(x)$. Расчетное значение номинальной тонкости фильтрации $d_{0,95}$ при коэффициенте $\phi_x = 0,95$ определяется с помощью уравнения Лагранжа [16]. Аналогично определяется номинальная тонкость фильтрации $d_{0,5}$, соответствующая коэффициенту $\phi_x = 0,5$. Коэффициент полноты отсева определяется обработкой проб, отобранных до и после фильтра по формуле:

$$\varphi = \frac{c_0 - c'}{c_0},\tag{13}$$

где c_0 , c' — массовое содержание загрязнителя в топливе до и после фильтра, определяемое весовым методом.

Исследование гидравлических свойств, эффективности задержки загрязнений и условного ресурса фильтроэлементов производилось на стенде, принципиальная схема которого показана на рис. 11. Перед началом испытаний все рабочие емкости тщательно промывались чистым дизельным топливом. Предварительная очистка топлива производилась через технологический фильтр с номинальной тонкостью фильтрации выше испытуемого в 2—3 раза, который заменялся при наработке до критического перепада давления 20 кПа. Для испытаний использовалось дизельное топливо марки

Л по ГОСТ 305—82. Тарирование ротаметра производилось при установившейся рабочей температуре. Тарир ование заключалось в фиксировании расхода топлива при помощи мерной емкости и секундомера при установившемся положении поплавка в трубке ротаметра.

Гидравлическая характеристика фильтрующего элемента представляет собой зависимость перепада давления на фильтре Δp от расхода топлива V_{τ} и определяется при прокачивании незагрязненного топлива через чистый фильтрующий элемент, установленный в корпусе:

$$\Delta p_0 = f(V_{_{\rm T}}). \tag{14}$$

Сопротивление корпуса отделялось по специально снятой характеристике. Гидравлические испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 14146—88 [16]. Гидравлические свойства моделей фильтроэлементов определялись на режимах фильтрации, соответствующих производительности полноразмерных фильтров топливных систем. Определение режимов фильтрации проводилось с применением методов теории подобия и теории фильтрации [17, 18] при условии, что фильтрация жидкости происходит при постоянной скорости. Для построения гидравлической характеристики замерялось не менее 5 значений расхода топлива и перепада давления на фильтре.



При разработке методики исследования эффективности задержки загрязнений номинальная тонкость фильтрации испытуемых фильтрующих элементов определялась на основе сравнения дисперсного состава и счетной концентрации загрязнений до и после фильтрования. При работе исследуемого фильтра пробы топлива отбирались в предварительно промытые и просушенные емкости. Отобранное масло перемешивалось при помощи электромагнитной мешалки ММ-3М. Определение количества частиц по интервалам производилось при помощи микроскопа МБИ-3. Стандартные показатели эффективности фильтров определялись по методике, изложенной выше. Дисперсный состав стандартных кварцевых пылей приведен в таблице [19].

Методика ресурсных испытаний фильтрующих элементов заключается в следующем. Ресурсная характеристика представляет собой зависимость перепада давления на фильтрующем элементе от времени его работы:

$$\Delta p = f(\tau). \tag{15}$$

Ресурсные характеристики снимались на дизельном топливе. С учетом того, что в большинстве систем топливоподачи используют режим с постоянным расходом, скорость подачи топлива на ис-

Дисперсный состав стандартных кварцевых пылей

Интервалы	Кварцевая пыль с удельной поверхностью, м ² /кг					
размеров частиц,	357,0 560,0		1050,0	1270,0		
MKM	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)		
0-2	0,1	0,2	0,273	0,363		
0-4	0,479	0,61	0,732	0,781		
0-6	0,706	0,831	0,899	0,935		
0-8	0,82	0,908	0,958	0,977		
0-10	0,896	0,939	0,978	0,87		
0-15	0,956	0,978	0,994	0,997		
0-20	0,978	0,988	0,998	0,999		
0-25	0,987	0,995	0,999	_		
0-30	0,993	0,997	0,999	_		
040	0,996	0,999				
040	0,997	0,999	_	_		
Медиана х _{0,5} , мкм	4,32	3,46	2,99	2,65		

пытуемый фильтр была также принята постоянной. Ресурсная характеристика определялась до заданного перепада давления на фильтре. Перед началом испытаний стенд работал без фильтрующего элемента для стабилизации температуры. Постоянная загрязненность топлива поддерживалась на задаваемом уровне путем периодического добавления искусственного загрязнителя (кварцевая пыль), который предварительно размешивался в небольшом количестве топлива. Проверка герметичности фильтрующих элементов проводилась на установке, схема которой приведена на рис. 12. Для подвода воздуха во внутреннюю полость фильтрующего элемента использовалась технологическая заглушка. В соответствии с общепринятой методикой испытания проводились на этиловом спирте по ГОСТ 18300-82 [20], а также на авиационном бензине Б-70 по ГОСТ 1012-72 [21], отфильтрованном через бумажный фильтр. Температура жидкости составляла 20 °C. Перед началом испытаний фильтрующий элемент выдерживался в жидкости не менее 5 мин. Слой жидкости над этим элементом составлял 12 ± 3 мм. Во внутреннюю полость фильтрующего элемента подводился воздух под давлением не менее 90 мм вод. ст. (900 Па). Воздух перед закачиванием в баллон был

предварительно очищен через двойную систему фильтрации компрессора. В процессе испытаний фильтрующий элемент поворачивали на 360° вокруг главной оси. Его герметичность оценивается нормированным давлением проскока первого пузырька воздуха через фильтрующие шторы фильтрующего элемента.

Эксплуатационные испытания топливных фильтров дизельных двигателей строительных и дорожных машин проводятся с целью сравнения эффективности очистки топлива и ресурса сменных фильтрующих элементов традиционных конструкций и опытных фильтрующих элементов. Испытания топливных фильтров дизелей проводились на автомобилях ТАТРА-815.

Перед установкой в корпуса фильтрующие элементы выдерживаются в топливе в течение 24 ч. После выдержки до полного стекания топлива они взвешиваются и устанавливаются в



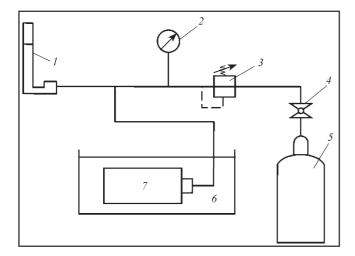


Рис. 12. Установка для испытаний фильтрующих элементов на герметичность:

1 — манометр жидкостный; 2 — манометр; 3 — редукционный пневматический клапан; 4 — кран; 5 — баллон со сжатым воздухом; 6 — ванна с этиловым спиртом; 7 — испытуемый фильтрующий элемент

корпусе штатных фильтров. В процессе наработки ресурса фильтрующих элементов производится периодический отбор проб топлива, поступающего на фильтры (баки автомобилей). После замены этих элементов их ресурс фиксируется в часах или в км пробега. Минимальное количество испытуемых фильтрующих элементов каждого вида определялось по ОСТ 37.001.043—72 [22] с целью получения достоверных результатов. Количество объектов испытаний определяется по формуле:

$$N = \frac{Z_a^2 W^2}{\varepsilon^2},$$
 (16)

где z_a — параметр достоверности получаемых результатов; w — коэффициент вариации; ε — погрешность измерений. При расчетах приняты следующие значения: z_a = 1,645 (при доверительной вероятности 95 %); w = 0,25; ε = 0,15. Расчет показывает, что количество объектов (фильтров) для проведения достоверных эксплуатационных испытаний должно быть не менее четырех.

Рассмотренные методики загрязненности и обводненности дизельного топлива, а также изготовленное лабораторно-стендовое оборудование позволяют всесторонне оценить исследуемые средства предотвращения попадания механических примесей в автомобильные топливные баки, устройства, снижающего обводнение топлива в баках, а также позволяют провести комплексное исследо-

вание свойств новых фильтрационных материалов и всесторонние сравнительные испытания серийных и усовершенствованных фильтров тонкой очистки топлива для современных автомобильных лизелей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Финкельштейн З.Л. Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин. М.: Недра, 1986. 233 с.
- 2. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.
- 3. Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Воробьев А.Н. Очистка топлив для тракторов и сельскохозяйственных машин от механических загрязнений и воды // "Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства" (Материалы XVI Международной научно-практической конференции). Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2011. 404 с. С. 202—206.
- 4. **Марков В.А., Савельев М.А., Селиванов А.В.** Способ улучшения экологических показателей дизелей // Автомобильная промышленность. 2014. № 8. С. 8—10.
- 5. **Григорьев М.А., Борисова Г.В.** Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1991. 230 с.
- 6. **ГОСТ 305–82.** Топливо дизельное. Технические условия (с Изменениями № 1–8). М.: Изд-во Стандартинформ, 2009. 7 с.
- 7. **ГОСТ Р 52368-2005.** Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. М.: Изд-во Стандартинформ, 2009. 28 с.
- 8. **ГОСТ 6370–83.** Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей. М.: Изд-во Стандартинформ, 2007. 6 с.
- 9. ГОСТ 2477—65. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды. М.: Изд-во Стандартинформ, 2008. 6 с.
- 10. Градус Л.Я. Руководство по дисперсному анализу методом микроскопии. М.: Химия, 1979. 232 с.
- 11. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. Л.: Химия, 1977. 590 с.
- 12. ГОСТ 10577—78. Нефтепродукты. Методы определения механических примесей. М.: Изд-во Стандартинформ, 2008. 6 с.
- 13. ГОСТ 8287-57. Топливо моторное. Количественный метод определения содержания воды. М.: Изд-во Стандартов, 1957. 6 с.
- 14. **Удлер Э.И.** Фильтрация углеводородных топлив. Томск: Изд-во Томского университета, 1981. 152 с.
- 15. ГОСТ 12432—77. Картон. Методы определения массы картона. М.: Изд-во Стандартов, 1977. 6 с.
- 16. **ГОСТ 14146–88.** Фильтры очистки топлива дизелей. М.: Изд-во Стандартов, 1988. 16 с.
- 17. Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнений. М.: Недра, 1990. 160 с.
- 18. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. М.: Химия, 1982. 277 с.
- 19. Удлер Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. Томск: Изд-во Томск. университета, 1988. 215 с.
- 20. ГОСТ 18300—72. Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия. М.: Изд-во Стандартов, 1983. 7 с.
- 21. ГОСТ 1012—72. Бензины авиационные. Технические условия. М.: Изд-во Стандартинформ, 2009. 13 с.
- 22. ОСТ 37.001.043-72. Надежность изделий автомобилестроения. Система сбора и обработки информации. Определение числа объектов наблюдений, проводимых в автотранспортных предприятиях. М.: Изд-во Стандартинформ, 1972. 24 с.



УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ

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

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния применения этаноло-топливной эмульсии, как альтернативного топлива на экологические параметры дизеля 4Ч 11,0/12,5. В результате перевода дизеля для работы на этаноло-топливной эмульсии происходит снижение в отработавших газах сажи в 4,8 раза, оксидов азота на 40,3 %, диоксида углерода на 26,6 %, оксида углерода на 28,6 %.

Ключевые слова: дизель; дизельное топливо; этаноло-топливная эмульсия; отработавшие газы; токсичность.

THE EFFECT OF ETHANOL-FUEL EMULSION ON THE ECOLOGICAL PARAMETERS OF DIESEL

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

The results of experimental studies of the effect of the application was ethanol-fuel emulsion as an alternative fuel on the ecological parameters of a diesel engine 4F 11,0/12,5. As a result of translation of a diesel engine to run on ethanol-fuel emulsion is reduced in the exhaust gases of carbon black 4,8 %, nitrogen oxides by 40,3 %, carbon dioxide, 26,6 %, carbon monoxide 28,6 %.

Keywords: diesel; diesel fuel; ethanol-fuel emulsion; exhaust gases; toxicity.

Научно-техническое и технологическое состояние отечественного двигателестроения по экологическим и топливно-экономическим показателям в условиях рыночных отношений и ограничений вредного воздействия продуктов сгорания дизелей на окружающую среду заставляет моторостроительные заводы коренным образом перестраивать свою техническую политику с учетом нормативных требований к экологии [1]. Поэтому необходимо уже сегодня серьезно задуматься об альтернативных топливах не нефтяного происхождения.

Использование на транспорте альтернативных смесевых топлив на основе этилового спирта обеспечивает решение данных проблем, а именно, позволяет замещать нефтяные топлива, значительно расширяет сырьевую базу для получения моторных топлив, облегчает решение вопросов модерниза-

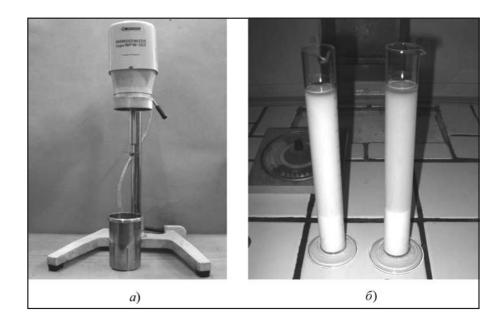
ции топливных систем транспортных средств и стационарных установок [2, 3]. Возможность получения топлив с требуемыми физико-химическими свойствами позволяет целенаправленно совершенствовать рабочие процессы дизелей и, тем самым, улучшить показатели топливной экономичности и токсичности отработавших газов (ОГ).

В Вятской государственной сельскохозяйственной академии на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов были проведены исследования по переводу дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) на этаноло-топливную эмульсию (ЭТЭ) 14—61.

Чтобы получить наибольший эффект от эмульсий, как от альтернативного моторного топлива, необходимо исследовать физико-химические свойства спиртовой эмульсии, их влияние на рабочие процессы дизеля. ЭТЭ — это дисперсная систе-



Рис. 1. Общий вид гомогенизатора MPW-302 (a) и изготовленные им ЭТЭ (б)



ма, образованная двумя взаимно нерастворимыми жидкостями, которыми являются с одной стороны этиловый спирт и вода, с другой стороны дизельное топливо и присадки. Эмульсия является нестабильной системой, которая постоянно стремиться перейти в исходное (разделенное по фазам) состояние, которое, в свою очередь, определяется уже стабильностью. Стабильность, т.е. время от момента приготовления эмульсии до появления слоев с различной концентрацией (седиментацией — расслоением дисперсных систем под действием силы тяжести с отделением дисперсной фазы в виде осадка, "сливок" и т.д.) зависит, в первую очередь, от физических свойств составляющих компонентов эмульсии [7].

Для улучшения физических и, конечно, эксплуатационных свойств ЭТЭ необходимо применение сравнительно недорогих присадок, которые должны отвечать следующим требованиям: полностью сгорать в двигателе без образования отложений, не ухудшать свойств топлива, повышать стабильность эмульсии, хорошо растворяться в топливе и его компонентах, быть устойчивыми, не слишком летучими и сохраняться в топливе в различных условиях эксплуатации. К отвечающим этим требованиям присадкам можно отнести сукцинимид С-5А. Она относится к классу моющее-диспергирующих присадок (штатная присадка к моторным маслам) и является концентратом высокомолекулярного алкениламида янтарной кислоты в масле [8].

Для проведения испытаний на двигателе в качестве оптимальной для дизеля 4Ч 11,0/12,5 была выбрана эмульсия следующего состава: 25 % — абсолютный этанол, 0,5 % — присадка сукцинимидная С-5A, 7 % — дистиллированная вода и 67,5 % — дизельное топливо. Количественное содержание присадки выбиралось из условий экономической целесообразности. Все последующие испытания дизеля проводились на данном составе эмульсии.

Для приготовления ЭТЭ в лабораторных условиях применялся гомогенизатор MPW-302 (рис. 1).

В качестве загрузочного устройства при испытаниях дизеля применялся электротормозной стенд SAK-N670 с балансирной маятниковой машиной (рис. 2). Установка была оборудована необходимым измерительным комплексом:

- частоту вращения коленчатого вала дизеля измеряли с помощью электронного цифрового тахометра ТЦ-1;
- расход топлива определяли с помощью электронного расходомера АИР-50;
- расход воздуха, потребляемого дизелем, определяли с помощью газового счетчика РГ-400, установленного перед впускным ресивером и счетчиком импульсов МЭС-66.

Для индицирования процесса сгорания в цилиндре дизеля применяли электропневматический индикатор МАИ-5А. Отбор проб ОГ производили газозаборниками системы АСГА-Т, установленными на выпускном трубопроводе двигателя.



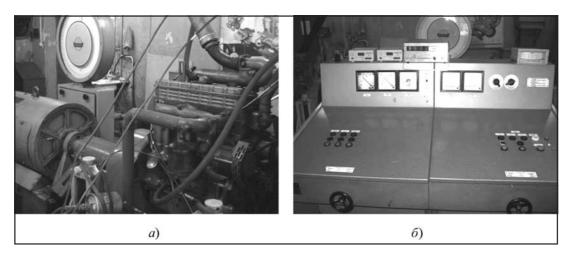


Рис. 2. Общий вид установки:
 а – вид на дизель и электротормозной стенд SAK – N670;
 б – пульт управления электротормозным стендом

Дымность отработавших газов измеряли с помощью дымомера BOSCH-EFAW-68A [9–11].

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) для частоты вращения 2200 мин⁻¹ представлено на рис. 3, а. Сравнивая кривые, соответствующие работе дизеля 4Ч 11,0/12,5 на дизельном топливе и на ЭТЭ на различных установочных УОВТ при номинальной частоте вращения 2200 мин⁻¹, можно отметить, что экологические

показатели отличаются, и в закономерностях изменения имеются некоторые отличия. Содержание оксидов азота NO_x в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ на всех установочных УОВТ меньше, чем при работе на дизельном топливе. При $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$ значение NO_x снижается с 1100 до 657 ppm, или на 40,3 %. При $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ значение NO_x снижается с 1320 до 730 ppm, или на 44,7 %. Содержание углеводородов CH_x в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ больше, чем при работе на дизельном топливе на

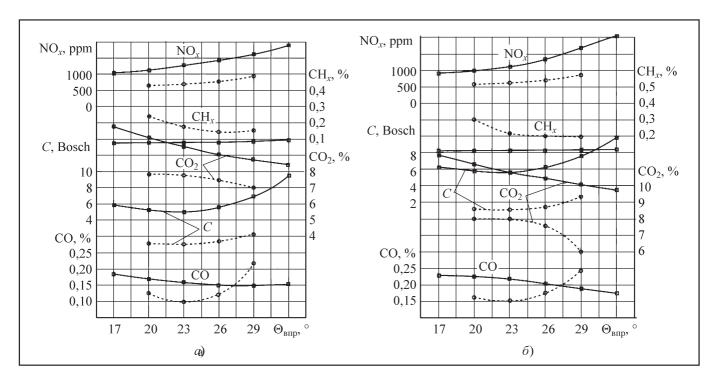


Рис. 3. Влияние применения ЭТЭ на содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения установочного УОВТ:

 $a-n=2200 \; \mathrm{MuH}^{-1}; \; \delta-n=1700 \; \mathrm{MuH}^{-1}; \; \square \longrightarrow \square -$ дизельный процесс; о----о - ЭТЭ



Tаблица 1 Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{\rm впp}=23^\circ$ и номинальном режиме ($p_{\rm e}=0,64~{
m MHa},~n=2200~{
m muh}^{-1}$)

	Показатели						
Дизель 4Ч 11,0/12,5	Оксиды азота, O_x ,		Диоксид углерода, CO ₂ , %	Оксид углерода, СО, %	Суммарные углеводороды, CH_x , %		
Дизельное топливо	1100	5,8	10,9	0,21	0,11		
Применение ЭТЭ	657 (снижение на 40,3 %)	1,2 (снижение в 4,8 раза)	8,0 (снижение на 26,6 %)	0,15 (снижение на 28,6 %)	0,22 (увеличение в 2 раза)		

Tаблица 2 Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ и номинальном режиме ($p_{\text{e}} = 0,64 \text{ МПа}, n = 2200 \text{ мин}^{-1}$)

	Показатели						
Дизель 4Ч 11,0/12,5	Оксиды азота, NO _x , %			Оксид углерода, СО, %	Суммарные углеводороды, CH_x , %		
Дизельное топливо	1320	6,2	10,5	0,20	0,11		
Применение ЭТЭ	730 (снижение на 44,7 %)	1,5 (снижение в 4,1 раза)	7,6 (снижение на 27,6 %)	0,17 (снижение на 15,0 %)	0,20 (увеличение на 81,8 %)		

всех установочных УОВТ. При $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$ при переходе на ЭТЭ, значение СН_х увеличивается с 0,108 до 0,22 %, или в 2,0 раза. При $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ при переходе на ЭТЭ значение СН, увеличивается с 0,110 до 0,20 %, или на 81,8 %. Содержание СО₂ в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ меньше, чем при работе на ДТ. При $\Theta_{\mbox{\tiny BRDP}} = 23^{\circ}$ значение \mbox{CO}_2 при переходе на $\mbox{ЭТЭ}$ уменьшается с 10,9 до 8,0 %, или на 26,6 %. При $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ значение CO_2 при переходе на ЭТЭ уменьшается с 10,5 до 7,6 %, или на 27,6 %. Кривая содержания СО в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ носит отличительный характер изменения по сравнению с дизельным процессом. Так, при установочном УОВТ 29° СО больше, чем при работе на дизельном топливе, а на всех остальных исследуемых углах происходит снижение. При $\Theta_{\text{впр}} = 23$ и 26° содержание СО при работе на ЭТЭ снижается по сравнению с работой на дизельном топливе с 0,21 до 0,15 %, т.е. на 28,6 %, и с 0,20 до 0,17 %, т.е. на 15,0 % соответственно. Значения дымности ОГ

при переходе на ЭТЭ снижаются. Так, при $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$ дымность ОГ снижается с 5,8 до 1,2 ед. по шкале Bosch, т.е. в 4,8 раза. При $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ значение дымности снижается с 6,2 до 1,5 ед. по шкале Bosch, или в 4,1 раза [12].

Таким образом на номинальном режиме работы ($p_e = 0.64~\mathrm{M\Pi a}$, $n = 2200~\mathrm{MuH^{-1}}$) и установочных УОВТ $\Theta_{\mathrm{впр}} = 23~\mathrm{u}~26^{\circ}$ применение ЭТЭ при сохранении мощностных показателей приводит к следующим значениям показателей токсичности и дымности ОГ (табл. 1, 2).

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения установочного УОВТ для частоты вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту $n=1700~{\rm Muh^{-1}}$, представлено на рис. 3, δ . Закономерности изменения содержания токсичных компонентов в ОГ в зависимости от изменения установочного УОВТ при $n=2200~{\rm Muh^{-1}}$ сохраняются и для частоты вращения 1700 мин⁻¹. Содержание ок-



Таблица 3 Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$ и режиме максимального крутящего момента ($p_{\text{e}} = 0,69 \text{ M}\Pi \text{a}, n = 1700 \text{ мин}^{-1}$)

	Показатели					
Дизель 4Ч 11,0/12,5			Диоксид углерода, CO ₂ , %	Оксид углерода, СО, %	Суммарные углеводороды, CH_x , %	
Дизельное топливо	1300	5,1	9,6	0,16	0,09	
Применение ЭТЭ	730 (снижение на 43,9 %)	0,9 (снижение в 5,7 раза)	7,8 (снижение на 18,8 %)	0,10 (снижение на 37,5 %)	0,18 (увеличение в 2,0 раза)	

Таблица 4 Показатели токсичности и дымности ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при установочном УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 26^{\circ}$ и режиме максимального крутящего момента ($p_{\text{e}} = 0,69 \text{ M}\Pi \text{a}, n = 1700 \text{ мин}^{-1}$)

	Показатели						
Дизель 4Ч 11,0/12,5	Оксиды азота, Сажа, С, ед. по шкале Bosch		Диоксид углерода, CO ₂ , %	Оксид у глерода, СО, %	Суммарные углеводороды, CH_x , %		
Дизельное топливо	1400	5,6	9,1	0,15	0,09		
Применение ЭТЭ	830 (снижение на 40,7 %)	1,3 (снижение в 4,3 раза)	7,5 (снижение на 17,6 %)	0,13 (снижение на 13,3 %)	0,15 (увеличение на 66,7 %)		

сидов азота NO_x , сажи С и диоксида углерода CO_2 в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ на всех установочных УОВТ меньше, чем при работе на дизельном топливе. Содержание оксида углерода СО в ОГ дизеля при работе на ЭТЭ на установочных УОВТ с 20 по 26° ниже дизельного процесса, а при 29° происходит уже его увеличение по отношению к дизельному процессу.

Таким образом на режиме максимального крутящего момента ($p_e = 0,69 \text{ M}\Pi a$, $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$) и установочных УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23 \text{ и } 26^{\circ}$ приме нение ЭТЭ при сохранении мощностных показателей приводит к следующим значениям показателей токсичности и дымности ОГ (табл. 3, 4).

По результатам регулировочных характеристик в зависимости от изменения установочного УОВТ, влиянию его на мощностные и экономические показатели, на содержание токсичных компонентов в ОГ, параметры процесса сгорания и тепловыделения для частот вращения 2200 и 1700 мин⁻¹ был выбран в качестве оптимального для работы на ЭТЭ

установочный УОВТ 23° до ВМТ по мениску [13]. Поскольку данный двигатель не имеет какого-либо устройства для быстрого изменения установочного УОВТ, это же значение рекомендовано и для дизельного процесса [14].

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при частоте вращения 2200 мин⁻¹ и установочном УОВТ 23° (оптимальном для работы на ЭТЭ) представлено на рис. 4, а. Анализируя кривые содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на дизельном топливе и ЭТЭ необходимо отметить следующее. Содержание NO_x при работе на ЭТЭ ниже дизельного процесса во всем диапазоне изменения нагрузок. Так, при $p_{\rm e} = 0.13 \ {\rm M}\Pi {\rm a}$ значение содержания ${\rm NO_x}$ в ОГ при переходе на ЭТЭ снижается с 260 до 250 ррт, или на 3,8 %. При $p_e = 0,69$ МПа значение содержания NO_x в ОГ при переходе на ЭТЭ снижается с 1100 до 715 ppm, или на 35,0 %. Содержание CO₂ в ОГ при работе на ЭТЭ ниже во всем диапазоне из-



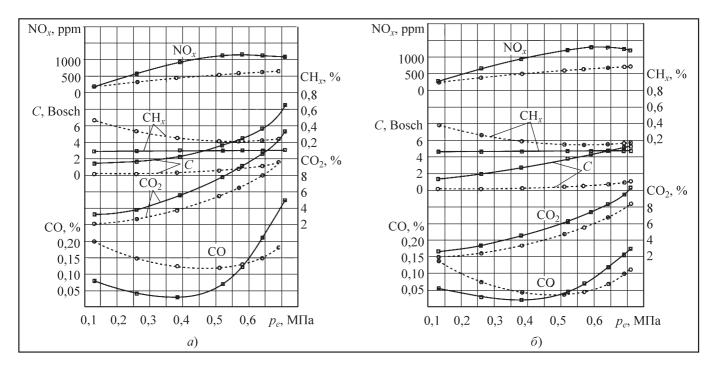


Рис. 4. Влияние применения ЭТЭ на содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$:

 $a-n=2200 \text{ мин}^{-1}; \ b-n=1700 \text{ мин}^{-1}; \ \Box-\Box-\Box$ — дизельный процесс; **о**---**о** — ЭТЭ

менения нагрузок по отношению к дизельному процессу. Так, при работе на дизельном топливе при $p_e = 0.13$ МПа содержание CO_2 в ОГ составляет 3.5 %, а при работе на ЭТЭ снижается до 2,8 %, или на 20,0 %. При $p_e = 0.69$ МПа это снижение составляет 26,4 %. Применение ЭТЭ увеличивает содержание СН_x в ОГ. Так, при $p_e = 0,13$ МПа содержание СН_х при работе на ЭТЭ больше в 4,9 раза дизельного процесса, а при $p_e = 0.69 \text{ M}$ Па содержание СН_х выше в 2,1 раза. Применение ЭТЭ приводит к снижению содержания СО в ОГ при нагрузках свыше $p_e = 0.57 \,\mathrm{M}\Pi a$ и к увеличению при нагрузках меньших этого значения. Так, при $p_{\rm e} = 0.13~{\rm M}\Pi{\rm a}$ применение ЭТЭ приводит к увеличению СО с 0.08 до 0.20 %, или в 2.5 раза. При $p_e = 0.69$ МПа применение ЭТЭ приводит к снижению СО от 0,29 до 0,18 %, или на 37,9 %. Дымность ОГ (С) при работе дизеля на ЭТЭ снижается во всем диапазоне изменения нагрузки. Так, при $p_e = 0.13 \,\mathrm{M}\Pi a$ значение дымности снижается с 1,4 до 0,1 ед. по шкале Bosch, т.е. в 14,0 раз. При увеличении нагрузки до $p_{\rm e} = 0.69 \ {\rm M}\Pi {\rm a}$ значение дымности при переходе на ЭТЭ снижается с 7,7 до 1,9 ед. по шкале Bosch, т.е. в 4,1 раза.

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

грузки при частоте вращения 1700 мин⁻¹ и установочном угле опережения впрыскивания топлива 23° представлено на рис. 4, δ . Закономерности изменения содержания токсичных компонентов в ОГ в зависимости от изменения нагрузки при $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ сохраняются и для частоты вращения 1700 мин⁻¹.

Содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 на установочном УОВТ 23° в зависимости от изменения частоты вращения представлено на рис. 5.

Сравнивая содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на дизельном топливе и ЭТЭ в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала можно отметить, что применение на дизеле ЭТЭ приводит к снижению содержания оксидов азота NO_x , оксида углерода CO_2 и сажи (C) во всем диапазоне изменения частот вращения. Так, при работе на ЭТЭ при значениях частот вращения 1400 и 2400 мин⁻¹ снижение содержания составляет NO_x на 40,8 и 46,0 %, CO на 44,8 и 29,2 , CO_2 на 10,3 и 29,9, сажи в 4,9 и 4,4 раза, соответственно. Применение ЭТЭ вызывает увеличение содержания суммарных углеводородов CH_x в ОГ. Так при рабо-



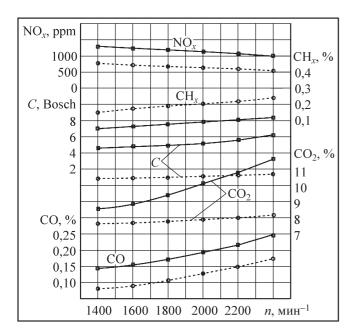


Рис. 5. Влияние применения ЭТЭ на содержание токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала при $\Theta_{\text{впр}} = 23^{\circ}$:

□—□ – дизельный процесс; о---о – ЭТЭ

те на ЭТЭ при частоте вращения 1400 мин^{-1} увеличение происходит в 3,0 раза, а при $2400 \text{ мин}^{-1} - 2,0$ раза.

Выводы

В результате проведенных исследований физико-химических свойств ЭТЭ различного состава, в качестве оптимальной, для дизеля 4Ч 11.0/12.5 с камерой сгорания типа ЦНИДИ (Центральный научно-исследовательский дизельный институт) была принята эмульсия следующего состава: абсолютный этанол -25%, сукцинимид C-5A -0.5%, вода -7%, дизельное топливо -67.5%. Все стендовые испытания дизеля проводились на топливе данного состава.

На основании проведенных экспериментальных стендовых исследований рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ЭТЭ определены значения оптимального установочного УОВТ — 23° до верней мертвой точки по мениску. Поскольку двигатель не имеет какого-либо устройства для быстрого изменения установочного УОВТ, это же значение рекомендовано и для дизельного процесса. При этом установлена возможность сохранения мощностных показателей на уровне серийного ди-

зеля при концентрации этанола в составе ЭТЭ — 25 %. Этим достигается экономия дизельного топлива до 32,5 % путем замены его другими компонентами и происходит снижение токсичности ОГ дизеля (на номинальном режиме работы): сажи в 4,8 раза, оксидов азота на 40,3 %, диоксида углерода на 26,6 %, оксида углерода на 28,6 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕКИЙ СПИСОК

- 1. **Марков В.А., Бирюков В.В., Каськов С.И.** Использование этанола как экологического энергоносителя для теплоэнергетических установок // Теплоэнергетика. 2016. № 9. С. 28—35.
- 2. Патрахальцев Н.Н. К вопросу о целесообразности применения синтез-газа в качестве топлива для автомобильных двигателей // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2015. № 1. С. 12—15.
- 3. **Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.** Токсичность отработавших газов дизелей. Москва, 2002. 376 с.
- 4. **Лиханов В.А.**, **Лопатин О.П.** Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. № 1 (61). С. 12
- 5. Лиханов В.А., Лопатин О.П., Романов С.А., Патуров А.В. Сгорание и тепловыделение в цилиндре тракторного дизеля при работе на метаноло-топливной эмульсии // Тракторы и сельхозмашины, 2016. № 11. С. 14—19.
- 6. **Лиханов В.А.**, **Лопатин О.П.** Трактор с комплексной системой снижения токсичности // Строительные и дорожные машины. 2016. № 3. С. 10-15.
- 7. **Романов С.А.** Исследование рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноло-топливной эмульсии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2010, 216 с.
- 8. **Борщевский С.М.** Присадки к смазочным маслам // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. М.: Издательский Центр "ТЕХИНФОРМ" МАИ, 2007. № 5. С. 42–45.
- 9. **Лиханов В.А.**, **Лопатин О.П.** Скоростные режимы работы турбонаддувного дизеля на природ ном газе // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2016. № 10 (115). С. 13—17.
- 10. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Применение природного газа в дизеле с турбонаддувом // Транспорт на альтернативном топливе. 2016. № 4 (52). С. 35-43.
- 11. **Лиханов В.А., Лопатин О.П.** Моделирование эмиссии оксидов азота в цилиндре тракторного газодизеля // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 3–8.
- 12. **Чупраков А.И.** Улучшение эффективных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на этаноло-топливной эмульсии путем совершенствования процессов сгорания и тепловыделения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2012. 192 с.
- 13. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Улучшение экологических показателей дизеля с турбонаддувом при работе на природном газе // Автомобильная промышленность. 2016. № 9. С. 8–12.
- 14. **Arent D.J., Wise A., Gelman R.** The status and prospects of renewable energy for combating global warming // Energy Economics. 2011. Vol. 33. Issue 4. July. P. 584–593.



УДК: 543.422.27

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЭПР КЕРОСИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ, ФРАКЦИЙ АБШЕРОНСКОЙ НЕФТИ

М.А. Наджафова, д-р хим. наук;

Ю.А. Абдуллаева, канд. техн. наук;

А.Ф. Шахвердиева, Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г. Баку

Методом ЭПР изучены некоторые фракции Абшеронской нефти. Показано, что всех исследуемых фракциях регистрируются спектры ЭПР асфальтеновых радикалов и металлов. С утяжелением фракций появляются ЭПР спектры металлокомплексов ($\Delta H_{\text{общ.}}$ = 25 мТл, g = 2,4) в керосиновой и дизельной фракциях нефти. Обсуждаются предполагаемые механизмы их образования.

Ключевые слова: ЭПР спектроскопия; металлы; асфальтеновые радикалы; металлокомплексы.

A RESEARCH BY ESR KEROSENE AND DIESEL FRACTION ABSHERON OIL

Najafova M.A., Dr. of chemistry sciences; Abdullayeva Yu.A., Ph.D. of technical sciences; Shahverdiyeva A.F., Institute of Petrochemical Processes of ANAS, city Baku

It is shown that spectra of metals and asphalthenes radicals recorded in all investigated oil. With the worsening of fractions appear ESR spectra of metal complexes (ΔH_{o6ul} , = 25 MTl, g = 2,4) of kerosene and diesel fraction Absheron oil. Discussed the proposed mechanisms of their formation.

Keywords: ESR spectroscopy; metals; asphalthenes radicals; metal complexes.

Абшеронский (Апшеронский) нефтегазоносный район по-прежнему остается наиболее перспективным с точки зрения развития добычи нефти и газа в Азербайджане. Существенный вклад в общий мировой баланс добычи нефтей, найденных месторождений нефтегазоносного бассейна Азербайджана обусловили значительный интерес к их изучению. Развитие нефтяной промышленности республики предусматривает не только увеличение объемов добычи, но в значительной степени определяется уровнем технических решений, направленных на переработку и рациональное использование углеводородного сырья [1, 2].

Известно, что нефть представляет собой сложную смесь жидких углеводородов, в которых в различных количествах растворены твердые углеводороды, смолисто-асфальтеновые вещества (САВ) и (в незначительных количествах) металлы. Одним из методов изучения состава нефти, а также ее товарных качеств является разделение сложной смеси на более простые составляющие или отдельные компоненты, каждый из которых является менее сложной смесью (фракции), перегоняющейся в определенном интервале температур. Исследование фракционного состава нефти позволяет выбрать наиболее оптимальный способ ее переработки, и определить какие виды топлива и, возможно,



другие химические вещества могут быть получены из данной нефти.

В предыдущих работах [3, 4] были представлены результаты по изучению свойств товарной нефти марки Абшерон и ее остаточных фракций, полученных на Дистилляционном аппарате производства США нагревом до 350 °C по ASTMD 2892 и до 500 °C по ASTMD 5236. Выход фракций от начала кипения до 350 °C и от 350 до 500 °C составил 36,46 и 27,62 % масс. выходы остатков выше 350 и 500 °C составили 63,36 и 35,86 % масс. соответственно. Невысокое содержание серы, позволило рассматривать их в качестве перспективного компонента сырья для процессов гидрокрекинга, производства базовых масел, связующего для асфальтобетона, применяемых в дорожном строительстве. Остаточные 50-ти градусные фракции, их структурно-групповой состав, а также физико-химические показатели данной нефти исследованы в работе [4]. Исследование структурно-группового состава (электронные спектры поглощения, полученные на спектрофотометре Specord-Uv-Vis в области 200-800 нм, дало возможность определить наличие фенантреновых (255 нм), антраценовых (226 нм) и бензфенантреновых (295 нм) групп. Наличие которых указывало на то, что они могут выступать в качестве фотосенсибилизаторов разложения органических соединений [5].

В данной работе проведены ЭПР исследования бензина (н.к. 200 °C), фракции керосина (120–230 °C), (150–280 °C) и дизельных фракций (140–320 °C), (140–350 °C), (180–350 °C) Абшеронской нефти, добываемой с морских глубин Азербайджанского сектора Южного Каспия.

Методом микроэлементного анализа в товарной Абшеронской нефти и исследуемых ее фракциях обнаружены: Fe (14,86), Mg (6,41), Pb (< 1), Cu (1,83), Ni (< 1), Co (< 1), Na (7,67), Mn (< 1). Выход светлых продуктов по ГОСТ 2177—99 составляет до 200 °C -4 %, до 300 °C -26 %.

Как известно, в последнее время все больше истощается наиболее качественная часть ресурсов — легкие нефти и поэтому в разработку включаются тяжелые. По своему качеству указанная нефть отличается от нефтей других регионов мира тем, что она тяжелая, высокосмолистая, малосернистая и малопарафинистая [3, 6]. В таблице приведены

физико-химические показатели данной нефти. Нефть после определения физико-химических показателей подвергли атмосферно-вакуумной перегонке на аппарате R/R JNST Rument (EDWARDS, USA) с выделением исследуемых фракций. Тяжелые нефти часто обогащены металлами, например, ванадием и никелем с ярко выраженными токсическими свойствами. Своевременное изучение и учет обогащенности тяжелой нефти металлами-токсиканами может предотвратить или уменьшить влияние на окружающую среду. Необходимым и достаточным для этого является наличие информации о составе и содержании металлов в нефти с наиболее высокими содержаниями обычно ванадия и никеля, как основных токсоопасных и биологически активных элементов. Таким образом, нефть помимо преобладающей массы углеводородов, гетероатомных соединений азотистых, сернистых и кислородных, содержит в своем составе металлосодержащие соединения [7] и САВ, присутствие которых могут отрицательно воздействовать на показатели процессов переработки и их области применения. В этой связи нами проведены ЭПР исследования керосиновых и дизельных фракций Абшеронской нефти.

Регистрация спектров ЭПР проводилась на радиоспектрометре Bruker Bio Spin в X-диапазоне (рабочей частотой 9,85 ГГц). Амплитуда ВЧ модуляции (100 кГц) варьировалась в диапазоне 150—550 мТл. Настройка по внутреннему стандарту поля определялась по эталону УДС (ультрадисперсный алмаз) с g=2,0036. Спектры регистрировали при комнатной температуре в условиях минимального насыщения (уровень мощности СВЧ $\sim 0,5$ мВт).

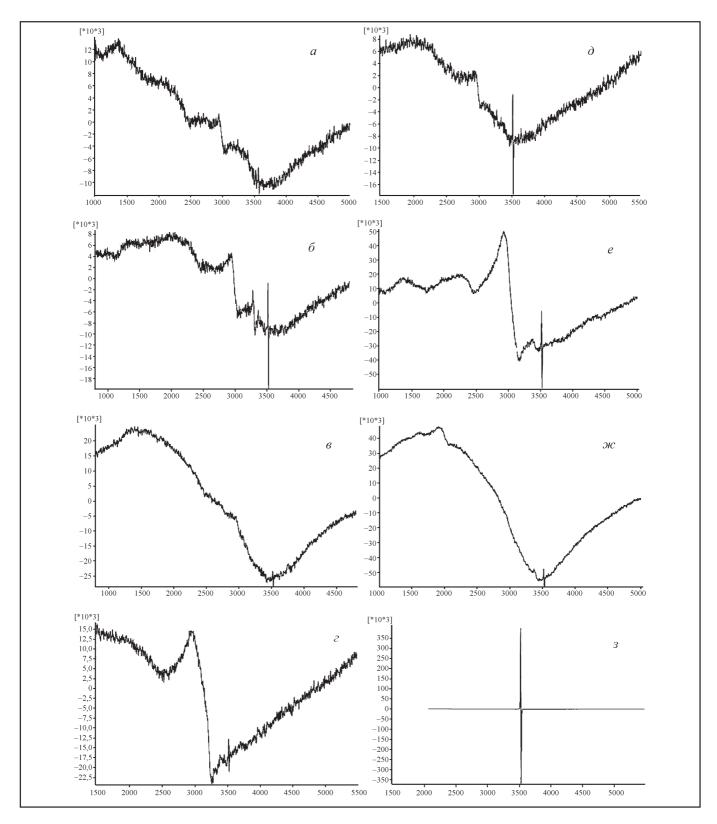
На рисунке приведены спектры ЭПР товарной нефти Абшерон (3), бензина (a), легкого керосина (δ) — (фр. 120—230 °C), керосина (θ) — (фр. 150—280 °C) и дизельных фракций (ϵ) — (140—320 °C), (θ) — (140—350 °C), (ϵ) — (180—350 °C). Из-за значительного содержания асфальтеновых радикалов ($R_{\text{асф.}}^{\cdot}$ — 10^{16} спин/г) спектры ЭПР товарной нефти регистрировали в условиях минимального усиления сигнала, поэтому на спектре видна только одиночная линия, характерная для $R_{\text{асф.}}^{\cdot}$. Однако при усилении сигнала в исследуемых фракциях Абшеронской нефти [3, 4],



Физико-химические показатели товарной нефти месторождения Абшерон и ее фракции

	Товарная нефть	Фракция, °C					
Показатели	Абшеронского месторождения	н.к. –200	120-230	150-280	140-320	140-350	180-350
Выход, % (масс.) на нефть	_	8,25	12,06	19,50	27,83	33,91	29,78
Плотность при 20 °C, кг/м ³	919,4	783,6	823,8	846,5	857,7	868,3	875,5
Вязкость при 20 °C, мм²/с	при 30 °C 77,5	1,20	1,77	2,89	4,06	5,11	12,52
Высота некоптящего пламени, мм	_	19,4	17,1	_	_	_	_
Цетановое число	_	1	_	_	43	39,5	37,2
Температура, °С:							
помутнения	_	-	мути нет	-70	-56	-42	-40
кристаллизации	_	_	кристаллов нет	кристаллов нет	кристаллов нет	кристаллов нет	кристаллов нет
застывания	-34	_	ниже –74	ниже –74	ниже –74	ниже –74	ниже –71
вспышки в закрытом тигле	25	l	32	62	62	66	98
Групповой углеводородный состав, %:							
ароматических	_	1,99	9,66	22,90	27,72	27,87	27,79
нафтеновых	_	67,45	67,03	51,65	54,56	60,36	56,79
парафиновых	_	30,56	23,31	25,45	17,72	11,77	15,42
Содержание серы, % (масс)	0,31	0,0427	0,0567	0,0989	0,1225	0,1783	0,1606
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	_	_	43043,17	42841,2	_	_	_
Октановое число	_	71	_				_





Спектры ЭПР исследуемых фракций Абшеронской нефти: a — бензин (н.к. 200 °C); δ — легкий керосин (фр. 120—230 °C); δ — керосин (фр. 150—280 °C); ϵ — дизель (фр. 140—320 °C); δ — дизель (фр. 140—350 °C); ϵ — дизель (фр. 180—350 °C); ϵ — (фр. 260—300 °C) товарной нефти Абшерон; δ — товарная нефть Абшерон



как и в Сураханской нефти [8] наряду со спектрами ЭПР $R_{\text{асф.}}$ ($\Delta H_{\text{обш.}} = 0.88$ мТл, g = 2.0018), регистрируются также спектры от ионов оксидов железа ($\Delta H_{\text{обш.}} = 168.1$ мТл, g = 2.24), микрокристаллов окиси меди ($\Delta H_{\text{обш.}} = 108.9$ мТл, g = 2.27), соли никеля ($\Delta H_{\text{обш.}} = 117.4$ мТл , g = 2.2). К сожалению, низкое процентное содержание некоторых микроэлементов, содержащихся в Абшеронской нефти , лежит намного ниже предела чувствительности прибора и поэтому их спектры ЭПР не обнаруживаются.

Как видно из приведенных на рисунке (e и e) спектров ЭПР в керосиновой (150-280 °C) и дизельной (180-350 °C) фракциях регистрируется одиночная широкая линия ЭПР с $\Delta H_{\text{обш}}$ = = 160,0 мТл, свидетельствующая о наличии в исследуемых фракциях железных соединений и R_{acd} . В дизельной фракции (140—350 °C) (∂) регистрируются спектры ЭПР $R_{\text{acф.}}^{-}$, линия ЭПР с g = 5,12, обусловленная наличием редкоземельных элементов и спектры с $\Delta H_{\text{общ.}} = 25,0$ мТл, g = 2,4. Подобный спектр был обнаружен также во фракции Абшеронской нефти (260-300 °C) (ж). Тщательный анализ спектров ЭПР показал, что следы обнаруженного спектра прослеживались во всех фракциях исследуемой нефти. Считаем, что обнаруженные спектры ЭПР с $\Delta H_{\text{общ.}} = 25,0 \text{ мТл}, g = 2,4 \text{ могут}$ свидетельствовать о наличии в исследуемых фракциях металлокомплексов, образованными за счет обменных (донорно-акцепторных) взаимодействий между ионами и спин-поляризованными молекулами, с гетероатомами или π-системой полиароматических асфальтеновых структур, наиболее распространенными в нефтяных системах. Такие комплексы могут также образоваться по периферии фрагментов асфальтеновой сложно-блочной структуры [9]. Однако не исключается предположение о проникновении атомов металлов между пачечно-блочными слоями структуры асфальтенов с образованием особо прочных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Самедова Ф.И.** Нефти Азербайджана (свойства и состав). 2011. Баку. Элм. 470 с.
- 2. **Самедова Ф.И., Рашидова С.Ю.** Пути рационального использования тяжелых нефтяных остатков нефтей Азербайджана // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2014. Т. 15. № 4 (60). С. 389—391.
- 3. Самедова Ф.И., Наджафова М.А., Ахмедбекова С.Ф., Абдуллаева Ю.А., Шахвердиева А.Ф. Изучение состава и свойств нефти месторождения Абшерон и остаточных ее фракций // Нефтепереработка и нефтехимия 2015. № 12. С. 10–12.
- 4. Шахвердиева А.Ф., Наджафова М.А., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф., Джафарова Р.А., Абдуллаева Ю.А., Мамедов А.П. Фракции Абшеронской нефти и перспективы их использования // АГЗК+альтернативное топливо. 2016. №5 (110). С. 36—40.
- 5. Романов Г.В., Юсупова Т.Н., Ганеева Ю.М. и др. Дифференциация нефтей месторождений Самарской области по химическому составу и физико-химическим свойствам // Нефтехимия. 2015. Т. 55. № 3. С. 191—196.
- 6. **Наджафова М.А.** Асфальтены и смолы пиролизного происхождения фотосенсибилизаторы органических соединений / Материалы Межд. Конф. "Химия нефти и газа", Томск. 2006. С. 465–466.
- 7. Надиров Н.К., Котова А.В., Камьянов В.Ф., Титов В.И., Алешин Г.Н., Солодухин И.П., Бакирова С.Ф., Глухов Г.Г., Корябина Н.Н. Металлы в нефтях. Изд-во Наука Казахской ССР. Алма-Ата. 1984. 447 с.
- 8. Джафарова Р.А., Наджафова М.А., Йолчуева У.Дж., Абдуллаева Ю.А. Физико-химическое исследование нефти Сураханского месторождения // Нефтепереработка и нефтехимия. 2015. № 3. С. 26–28.
- 9. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Фундаментальные аспекты химии нефти. Природа смол и асфальтенов / Новосибирск: Наука. 1995. 187 с.



ВЫСТУПЛЕНИЕ А.Б. МИЛЛЕРА НА ПЕТЕРБУРГСКОМ МЕЖДУНАРОДНОМ ГАЗОВОМ ФОРУМЕ (ПМГФ-2016)



В своем выступлении хотелось бы остановиться на той роли газа, которую он будет играть в долгосрочной перспективе для стабильного развития мировой экономики. Есть ряд проблем в мировой экономике, которые не могут быть решены без газа, без увеличения его доли в мировом топливно-энергетическом балансе, без увеличения объемов его мирового потребления.

В первую очередь, это рост объема энергопотребления в связи с неуклонным ростом населения планеты. Сегодня население Земли составляет 7,3 млрд чел., а через 30 с небольшим лет, к середине века, численность населения составит около 10 млрд чел. Без сомнения, продолжится рост мирового валового внутреннего продукта, а это значит, что экономический рост — это рост энергопотребления. Какими ресурсами, за счет каких будет удовлетворяться этот растущий спрос?

Другая проблема, которая стоит перед мировой экономикой, заключается в том, что основные экономически развитые страны являются дефицитными с точки зрения наличия у них собственных энергетических ресурсов. И если мы посмотрим на развитые страны, если мы посмотрим на большие мировые экономики, то мы увидим, что абсолютно все они являются нетто-импортерами газа — это Германия, Франция, Италия, Великобритания, США, Китай, Япония, Южная Ко-





А.Б. Миллер, Председатель правления ПАО "Газпром"

рея, Индия. При этом я неслучайно последней сейчас упомянул Индию. Среди всех перечисленных, индийский рынок становится в последнее время одним из динамично растущих рынков. В течение последних 10 лет доля импорта газа в топливно-энергетическом балансе Индии возросла в 1,5 раза. И "Газпром" в рамках своей стратегии будет уделять индийскому рынку пристальное внимание в самое ближайшее время.

Но также мы прекрасно понимаем, что еще одна проблема мировой экономики — это необходимость снижения давления на окружающую среду. И, без сомнения, природный газ здесь имеет огромные конкурентные преимущества перед другими энергоресурсами. Мы знаем, что удельные показатели на единицу энергии по выбросам CO_2 у газа в 1,8 раза ниже, чем по газойлю и дизелю, а в сравнении с углем — более чем в 2 раза.

Но что все-таки в первую очередь дает основание говорить, что эти проблемы мировой экономики, эти вызовы мировой экономики на среднесрочную перспективу будут решены за счет газа? Это огромные ресурсы газа, которые есть в мире. В ближайшее время мы будем наблюдать устойчивый рост международной торговли газом. По нашей оценке в течение ближайших 25 лет среднегодовые темпы роста потребления газа в мире будут в 3,5 раза выше, чем жидких углеводородов и угля. И таким образом, буквально через 15 лет объем мирового потребления газа вырастет на 30 %. Напомню, что сегодня мировое потребление газа составляет около 3,5 трлн м³ газа в год.

При этом мы должны с вами отметить, что по сравнению абсолютно со всеми другими энергетическими товарами, газ является единственным

энергетическим товаром, который до сих пор не использовал своего ресурса глобализации рынка. Глобализация газового рынка началась, но это пока только крупные локальные региональные газовые рынки. Газу как энергетическому продукту предстоит еще сделать очень серьезный конкурентный шаг вперед именно за счет ресурса глобализации.

Я могу сказать, что мои коллеги, которые присутствуют сегодня здесь, которые являются партнерами "Газпрома", абсолютно точно внесут свой вклад в глобализацию мирового газового рынка. Здесь сегодня находятся руководители компаний, которые имеют глобальные энергетические стратегии. Еще нет глобального мирового рынка газа, но глобальные энергетические стратегии у компаний уже есть.

И на двухсторонних встречах компании их уже обсуждают. И сегодня в рамках форума такое обсуждение тоже продолжится, в том числе и по конкретным проектам, которые будут реализовываться для того, чтобы рынок газа стал глобальным. Без сомнения, для этого требуется создавать новую инфраструктуру, новую газотранспортную инфраструктуру. "Газпром" в этом направлении делает очень-очень много, и всем вам хорошо известны наши проекты как на севере, так и на юге. И здесь, я думаю, надо в первую очередь отметить следующее – потребители энергоресурсов, потребители газа должны приветствовать, что компании-производители и, в частности, "Газпром", инвестируют огромные средства для того, чтобы природный газ был доставлен потребителю.

Давайте посмотрим на наш крупнейший рынок $B - \Gamma$ ерманию, что происходит на нем сейчас, и посмотрим на самый потенциальный, самый масштабный рынок в мире — Китай.

На немецком рынке мы работаем более 40 лет. Германия занимает первое место по объему потребления газа. Но хотел бы обратить внимание, что буквально в самое последнее время темпы роста поставок российского газа на немецкий рынок резко увеличились. Прошлый год был рекордным — Германия купила у России 45,3 млрд м³ газа, и это более чем на 17 % выше, чем в 2014 г. Эта тенденция продолжается в 2016 г. Всего-навсего за девять месяцев этого года в абсолютных цифрах рост объема экспорта "Газпрома" в Германию вырос на 1,9 млрд м³ газа. Что это значит? Это значит, что 2015 г. был рекордным по объему, но 2016 г. пре-



взойдет 2015-й. В этом году будет установлен новый рекорд и Германия останется абсолютным лидером по потреблению нашего газа, который мы поставляем на экспорт в Европу.

При этом надо отметить, что на самом немецком рынке газ — именно газ — демонстрирует в 2016 г. самые высокие темпы потребления. За первые шесть месяцев объем потребления газа в целом в Германии вырос на 6,8 %. Очень важно сравнить эти 6,8 % с темпом роста возобновляемых энергетических ресурсов — этим направлением Германия активно занимается, но он в 2016 г. в два раза ниже, чем рост спроса на газ. Не говоря уже о том, что газ сейчас в Германии абсолютно точно выигрывает конкуренцию у угля.

Давайте посмотрим на китайский рынок. Мы очень масштабный контракт на поставку газа в Китай из Восточной Сибири. Сейчас реализуем проект "Сила Сибири" — 38 млрд м³ газа поставки в год в течение 30 лет. Это самый крупный контракт "Газпрома". И мы отметили, когда подписывали этот контракт, что Германия к таким объемам шла 40 лет, а Китай таких объемов покупки нашего газа достиг в течение одного дня, подписав такой контракт.

Давайте посмотрим на потенциал китайского рынка. В первую очередь надо отметить, что доля газа в топливно-энергетическом балансе Китая в четыре раза ниже, чем в среднем по миру. В четыре раза ниже! И это при тех значительных объемах потребления газа, которые уже сегодня есть в Китае.

Какие перспективы? Я сейчас не буду говорить о каких-то сроках, я постараюсь просто оттолкнуться от структуры топливно-энергетического баланса и его удельных показателей. Крупнейшими секторами роста потребления газа в Китае являются электроэнергетика, теплоэнергетика, жилищный комплекс, промышленный, коммерческий сектор, транспорт.

Электроэнергетика: если предположить, что уровень газовой генерации в Китае достигнет одной трети в энергобалансе страны, это потребует

плюс 330 млрд м³ газа в год. А если посмотреть на удельные показатели потребления газа в жилищном и коммерческом секторе — под коммерческим сектором мы имеем в виду общественное питание, торговлю, офисы и предположить, что Китай будет выходить на средние удельные показатели потребления как в Германии только в этих двух секторах, это потребует около 550 млрд м³ газа в год. Обращаю ваше внимание, что это без промышленности, без транспорта, без теплоэнергетики уже около триллиона кубометров.

Речь не о том, чтобы назвать какую-то конкретную цифру потенциального роста объемов потребления в Китае в средней или долгосрочной перспективе. А о том, чтобы показать, что есть очень-очень масштабный, емкий рынок. И те вопросы, те вызовы, которые есть у мировой экономики, Китай как одна из развитых стран, без сомнения, также будет решать с помощью газа. Газ будет одним из очень важных ключей к решению этих мировых проблем.

Запасы газа в мире составляют такой объем, что он позволяет полностью удовлетворить растущий спрос на газ в XXI веке. Однако в 2014—2016 гг. инвестиции мировой нефтегазовой отрасли в разработку и обустройство месторождений сократились на 25 %. И, как результат, в 2016 г. по открытиям новых месторождений мы наблюдаем самый низкий уровень в новейшей истории.

Какой вывод? Вывод следующий: при нынешнем уровне мировых цен на энергоносители не может быть обеспечено решение тех задач в мировой экономике, которые могут быть решены только с помощью газа. Это значит, что в самое ближайшее время абсолютно точно мы будем с вами наблюдать повышательную тенденцию роста цен на энергоресурсы в мире. Подчеркиваю, в противном случае важнейшие проблемы мировой экономики, вызовы мировой экономики не смогут быть решены. Путей их решения без природного газа — нет.

Спасибо за внимание.



АВТОПРОМ АВТОПРОМ

"ГАЗОН NEXT" НА СЖАТОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ ПОШЕЛ В СЕРИЮ

Н.В. Анисимова



"Группа ГАЗ" начала серийное производство среднетоннажного грузового автомобиля "ГАЗон NEXT CNG" на сжатом природном газе. Автомобиль комплектуется газовым двигателем ЯМЗ-534.

Ведущий российский производитель транспорта на газомоторном топливе — начала серийное производство автомобиля "ГАЗон NEXT CNG", работающего на сжатом природном газе. На автомобиль установлен самый современный отечественный силовой агрегат — двигатель ЯМЗ-534 CNG, соответствующий лучшим мировым образцам по удельной мощности, крутящему моменту, вибро-акустическим характеристикам и расходу топлива. Торжественный старт производства ЯМЗ-534 CNG состоялся на Ярославском моторном заводе "Группы ГАЗ" 12 ноября 2016 г. в присутствии Президента РФ В.В. Путина (см.

АГЗК+АТ № 2/2017). Применение газового двигателя обеспечивает снижение топливных расходов на 40-50 % по сравнению с дизельной версией и позволяет существенно повысить экономическую эффективность автомобиля.

Как отметил президент "Группы ГАЗ" В.Н. Сорокин, сжатый газ — наиболее экономически эффективное из используемых сегодня в коммерческом транспорте видов топлива, поэтому мы уделяем особое внимание этому направлению.

В 2010 г. ГАЗ стал пионером в серийном производстве автомобильной техники на сжиженном газе — пропан-бутане, а с 2013 г. в модельной гамме появились также легкие коммерческие автомобили на сжатом природном газе. Таким образом, автомобили "ГАЗон CNG" расширяют линейку газовой техники "Группы ГАЗ". Появление двигателя



АВТОПРОМ ИНФОРМАЦИЯ



"ГАЗон NEXT" на сжатом природном газе

передового семейства ЯМЗ-530 на сжатом природном газе позволило предложить клиентам газовую версию популярного среднетоннажного грузовика "ГАЗон NEXT", которая по тягово-мощностным характеристикам двигателя не уступает дизельному аналогу и обеспечивает значительное снижение топливных расходов. В планах ГАЗа — дальнейшее расширение линейки продукции на сжатом природном газе.

"ГАЗон NEXT" — универсальный грузовик, предназначенный для городских и междугородных перевозок, строительных компаний, коммунальных служб. Сочетает в себе высокую функциональ-

ность, грузоподъемность, самую низкую цену и стоимость владения в своем классе.

Отличительная особенность газовой версии "ГАЗона NEXT" — не только новый двигатель, но и новое топливное оборудование, которое включает в себя систему распределенной подачи газа с электронным управлением. Из заправочного устройства газ через вентили поступает в баллоны, из них — в фильтр высокого давления, затем в газовый редуктор. При этом давление газа в системе составляет 200 атм. В редукторе давление снижается до 6 атм, и через фильтр низкого давления газ поступает непосредственно в двигатель.

На всех этапах работы системы применены технические решения, обеспечивающие полную пожарную безопасность газового оборудования. В их числе — обратный клапан заправочного устройства, предотвращающий выброс газа после заправки; предохранительный и пожарный клапаны вентиля газовых баллонов, которые обеспечивают выпуск газа в атмосферу при избыточном давлении или температуре; клапан избыточного давления газового редуктора и другие. Все компоненты газобаллонного оборудования относятся к IV поколению и сертифицированы по требованиям ЕЭК ООН 110.

Благодаря применению современных конструктивных решений мощностные характеристики

газового двигателя не изменились по сравнению с дизельной версией. Мощность двигателя ЯМЗ-534 CNG — 149 л.с. при 2300 об/мин, максимальный крутящий момент — 490 Нм при 1200—2100 об/мин. Семь размещенных под кузовом газовых баллонов объемом 72,8 м³ обеспечивают запас хода не менее 370 км.

Условия гарантии на газовую модификацию автомобиля не отличаются от дизельной версии: три года или 150 тыс. км пробега, это лучшие показатели в сегменте среднетоннажных грузовых автомобилей.



Газовый двигатель ЯМЗ-534

В ГОД ЭКОЛОГИИ - НА ГАЗОМОТОРНОЙ ТЕХНИКЕ

А.А. Соловьев

Непривычно щедрые на снегопады и морозы декабрь и январь стали для газомоторных тракторов "Агромаш Метан", работающих в коммунальной сфере Воронежской области, испытанием на надежность и производительность. И выдержали они экзамен достойно.





Напомним: передача ключей универсальных колесных тракторов "Агромаш 85ТК Метан" в собственность Дирекции дорожного хозяйства и благоустройства города Воронеж состоялась 21 декабря 2015 г. Это стало возможным благодаря совместной согласованной подготовительной работе исполнительной власти Воронежской области, администрации столицы региона, ООО "Агромашхолдинг" и его генерального партнера в Центрально-Черноземном районе - компании "Воронежкомплект", Саранского завода "САРЭКС", Владимирского завода инновационных продуктов.

"Областному центру мы поставили шесть тракторов "Агромаш 85ТК Метан", — уточнил руководитель региональных продаж "Агромашхолдинга" Игорь Лукин. — Все они оснащены гидроповоротными отвалами и щеточным оборудованием. Еще одна газомоторная 85-я модель приступила к работе в Россошан-

ском районе. Комбинат по благоустройству райцентра Острогожск приобрел "Агромаш 85ТК Метан", агрегатированный взаимозаменяемыми погрузочным ковшом и бульдозерным отвалом. К заднему валу отбора мощности зимой присоединяют также пескоразбрасыватель".

По словам руководителей дорожно-коммунальных предприятий Воронежской области, летом технику привлекали еще и к строительству и ремонту улиц, тротуаров, дворов жилых микрорайонов и т.д. Благо, тракторы "Агромаш" сконструированы так, что агрегатируются практически с любым оборудованием, рассчитанным на технику соответствующего тягового класса. Опыт эксплуатации в ЖКХ подтверждает и то, что использование, например, трактора "Агромаш 85ТК Метан", позволяет сэкономить в год только на топливе свыше 600 млн руб. Ведь метан дешевле иных видов моторного топлива в 2,5-3,5 раза.





Трактор "Агромаш 85ТК Метан"

По словам исполнительного "Агромашхолдинга" директора Мурада Караджаева, компании-поставщика техники "Агромаш" - отечественные газомоторные колесные тракторы тягового класса 0,6-1,4, работающие на метане, еще только проторивают дорогу к массовой эксплуатации в коммунальном, дорожном отраслях, агропромышленном комплексе. Пока они эксплуатируются лишь в считанных регионах страны: Владимирской и Тюменской областях, Краснодарском крае, республиках Мордовия, Чувашия, Татарстан и др. Но в том, что уже в ближайшей перспективе газомоторная техника будет использоваться широко повсеместно, сомнений нет.

Ускоренному распространению экологичной и экономич-

ной техники новый импульс придаст стартовавший в России Год экологии, считает Мурад Караджаев. Этому будут способствовать также преференционные меры, предусмотренные постановлениями Правительства РФ и решениями органов власти некоторых регионов, а также динамичная работы компании "Газпром — газомоторное топливо" по расширению в регионах сети АГНКС.

Согласно распоряжению правительства от 13 мая 2013 г. об использовании природного газа в качестве моторного топлива, к 2020 г. в российских городах-миллионниках должно быть переведено на газомоторное топливо не менее половины парка общественного транспорта и дорожно-коммунальной техники.

Города с числом жителей от 300 тыс. до 1 млн обязаны иметь треть парка "на газу", с 100—300 тыс. жителей — 10 % газомоторной техники. Для обновления парков техники предусмотрены субсидии из федерального и местных бюджетов. Например, при приобретении трактора "Агромаш 85ТК Метан" в соответствии с решением правительства страны предоставляется субсидия в размере не менее 25 %.

Воронежские коммунальщики, анализируя опыт первого года использования газомоторной техники "Агромаш Метан", в числе преимуществ отмечают новую культуру производства, когда, по выражению одного из трактористов, "в кабине можно работать в свадебном костюме и не мерзнуть даже в тридцатиградусный мороз".

"С помощью навесного оборудования трактор может одновременно выполнять несколько операций, - подтверждает директор Острогожского комбината по благоустройству Владимир Головин. – Мы приобрели менее мощный "Агромаш 50ТК Метан". В его кабине предусмотрено все для комфортной работы механизатора: мягкое сиденье, легкая система управления, хорошая обзорность, обогрев салона. Как видно, марка "Агромаш", по названию кажущаяся предназначенной только для села, вовсе не чужая и для городов. Она хороша как в летнюю жару, так в зимнюю стужу, как в дождь, так и в снег".



ИНФОРМАЦИЯ АВТОСПОРТ

РАЛЛИ-МАРАФОН "ДАКАР-2017"

Е.Г. Быкова

Российская команда "КА-МАЗ-мастер" триумфально вернула себе титул чемпионов экстремального ралли-марафона "Дакар". Экипаж команды "КА-МАЗ-мастер" Эдуарда Николаева стал победителем ралли "Дакар-2017", а экипаж Дмитрия Сотникова стал серебряным призером гонки.

Путь "КАМАЗ-мастера" к победе был непростым. "Дакар" это соревнование множества сильных экипажей, команд, конструкторских бюро. За 12 этапов гонки и 8 800 км по равнинам, горам и пустыням Парагвая, Аргентины и Боливии "КАМАЗ-мастеру" пришлось сдерживать натиск маститых соперников. Всего на старт гонки вышло 50 грузовиков (MAN - 14, DAF - 6, IVECO - 6,Tatra - 3, KAMA3 - 4, Renault -3, GINAF -3, MA3 -3, HINO -2, LIAZ - 1, Scania - 2, Mercedes-Benz - 3).

Конкуренты камазовцев — IVECO, MAN, Tatra, Renault и остальные команды серьезно подготовились к гонке. Были привлечены сильные пилоты, усовершенствованы машины. Технологические новации соперников россиян проявились уже в первой половине соревнования.

Машины соперников были хорошо подготовлены к трассам в стиле классического ралли, которыми традиционно изобилуют первые этапы "Дакара". Их грузовики, оснащенные шестицилиндровыми рядными двигателями с современной системой моторного тормоза и системами отсечки максимально скорости (электронная



система помогает пилоту постоянно двигаться со скоростью наиболее приближенной к разрешенным правилами 140 км/ч) имели преимущество на трассах с резкими разгонами и торможениями. Тогда как российские "КАМАЗы" всегда были успешны на более характерных и привычных для "Дакара" экстремальных маршрутах с тяжелыми песками и пересеченной местностью, с движениями курсами без дорог, где важны ходы подвески и тяговитые V-образные двигатели. Кроме того такие пилоты как Питер Верслуис (МАN), Ханс Стейси (MAN), Жерар Де Рой (IVECO), Федерико Вильягра (IVECO), Мартин Коломы (Tatra) имеют за плечами опыт пилотирования в чемпионатах классического ралли. Тем не менее, с учетом всего этого по итогам первых этапов камазовцам удалось минимизировать временное отставание от команд Renault, MAN и IVECO. Усложнения программы в виде испытания моторов нехваткой кислорода на горных спецучастках последовали в Боливии, где в последующие дни экипажи "КА-МАЗ-мастера" стали отыгрываться. На бездорожье боливийского Альтиплано, несмотря на то, что в условиях нехватки кислорода в горах сильно грелись моторы, россияне включились в борьбу за то, чтобы вернуть себе титул чемпионов "Дакара". Для команд ситуация осложнилась небывалыми для этих мест непрекращающимися дождями — несколько бивуаков гонки были залиты водой.

Перед днем отдыха, после завершения половины гонки, действующий чемпион Дакара голландец Жерар Де Рой (IVECO) занимал первое место в генеральной классификации. Камазовцы Эдуард Николаев, Дмитрий Сотников и Айрат Мардеев с минимальным отрывом расположились соответственно на втором, третьем и четвертом местах. Экипаж тяжелой технички Антона Шибалова шел на седьмом месте.



АВТОСПОРТ ИНФОРМАЦИЯ



Победитель ралли
"Дакар-2017" —
экипаж команды
"КАМАЗ-мастер"
Эдуарда Николаева

Весьма драматично сложился так называемый марафонский этап гонки, когда в течение двух дней экипажи были лишены помоши команл ассистанс и в случае поломки могут рассчитывать только на свои силы. К счастью, отечественная техника ни разу в эти дни не подвела. Но коварный выход из одного из многочисленных русел стал причиной застревания автомобиля Айрата Мардеева. Машина попросту провалилась в мягкий, рыхлый и мокрый песок. Экипаж Антона Шибалова выполняющего функции быстрой технички, остановился вытаскивать машину сокомандника. Было порвано несколько буксирных фалов, грузовик был вызволен с большим трудом и потерей около двух часов времени. Во время этой непростой опера-

ции оборвавшийся фал прилетел в заднюю часть грузовика Антона и разбил аккумуляторы. Доезжать до финиша пришлось уже на одном генераторе.

Об ожесточенной борьбе свидетельствует то, что к 10-му этапу гонки в верхней части турнирной таблицы сложилась ситуация нехарактерная даже для традиционно более быстрого автомобильного зачета. Отрыв соперников в топ-3 после почти 7000 км пути был всего лишь в нескольких минутах друг от друга. Судьба гонки решалась практически на последних ее этапах. И при примерно одинаковом уровне подготовки машин и пилотов решающим фактором стали навигационные навыки штурманов экипажей. И в этом преуспели российские специалисты. На 10-м этапе гонки за счет грамотных действий штурманов Евгения Яковлева и Руслана Ахмадеева экипажам Эдуарда Николаева и Дмитрия Сотникова удалось увеличить отрыв от ближайших иностранных соперников до 19 и 23 мин соответственно.

На финише "Дакара" экипаж Эдуарда Николаева, Евгения Яковлева, Владимира Рыбакова стал первым в зачете грузовиков, экипаж Дмитрия Сотникова, Руслана Ахмадеева, Игоря Леонова занял второе место. Третье место в упорной борьбе завоевал голландец Де Жерар Рой (IVECO). Экипаж Айрата Мардеева стал пятым по итогам гонки. Экипаж быстрой "технички" Антона Шибалова закончил гонку на 19-й позиции. Несколько раз он приходил на выручку российским спортсменам, причем не только своим товарищам из "КАМАЗ-мастера". Например, на предпоследнем этапе буксировал до финиша экипаж Равиля Маганова (класс UTV, № 378). В итоге экипаж Маганова стал бронзовым призером гонки в своем классе).

Для того, чтобы удержать титул чемпионов "КАМАЗ-мастеру" в ближайший предстоит большая работа. Развитие должен получить проект разработанного и построенного в спортивном центре "КАМАЗ-мастер" нового автомобиля капотной компоновки. Также в ближайшее время команде предстоит определиться с тем, какой мотор использовать на капотном автомобиле и на спортивных грузовиках традиционной бескапотной компоновки, так как согласно новому регламенту "Дакара", разрешенный объем двигателя для грузовиков с 2018 г. будет ограничен 13 л.



Дмитрий Сотников стал серебряным призером гонки



информация имена и даты

ГОРЬКОВСКОМУ АВТОЗАВОДУ ИСПОЛНИЛОСЬ 85 ЛЕТ

М.В. Кузнецова

1 января 2017 г. исполнилось 85 лет со дня основания Горьковского автозавода — ключевого предприятия "Группы ГАЗ". Автозавод был построен за 18 месяцев, вступил в строй в начале января 1932 г., а 29 января с конвейера сошел первый грузовик — "полуторка" ГАЗ-АА.

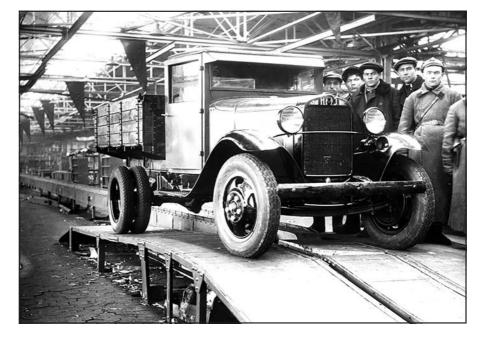
В 2017 г. крупнейшее предприятие российского автомобилестроения, Горьковский автомобильный завод, отметило 85-летний юбилей: 1 января 1932 г. прозвучал заводской гудок, возвещая о рождении предприятия. С именем Горьковского автозавода связан масштабный переход страны на автомобильный транспорт (оснащение сельского хозяйства среднетоннажными грузовиками, организация пассажирских таксоперевозок и т.д.). С момента основания ГАЗ выпустил более 18 млн грузовых и легковых автомобилей, освоил производство свыше 350 моделей и модификаций техники.

По автомобилям ГАЗ можно проследить историю становления и развития отечественного автомобилестроения. Многие из них олицетворяют целые эпохи в жизни государства. Среди наиболее известных моделей Горьковского автомобильного завода легендарные "эмка" и "полуторка" ГАЗ-АА, знаменитые грузовые автомобили ГАЗ-66, ГАЗ-52 и ГАЗ-53, легковые автомобили "Победа", "Волга" и "Чайка". В 1990 гг. полуторка "ГАЗель" сыграла огромную роль в становлении рыночной экономики, расширении грузовых и пассажирских перевозок, дала импульс развитию российского предпринимательства.

Горьковский автозавод сыграл огромную роль в развитии других предприятий отрасли - накопленный опыт специалисты ГАЗа передавали Ульяновскому автомобильному заводу, Волжскому автозаводу, Камскому комплексу заводов по производству грузовых автомобилей и др. На Горьковском автозаводе сформировалась конструкторская автомобилестроительная школа страны: ГАЗ в короткий срок освоил полный технологический цикл создания автомобилей и сформировал базу подготовки высококвалифицированных кадров для машиностроительной отрасли.

В годы Великой Отечественной войны автогигант сыграл важную роль в достижении Побе-

ды над врагом. В короткий срок предприятие перешло на массовый выпуск военной продукции - танков, бронеавтомобилей, самоходных артиллерийских установок, боеприпасов. Автозаводские танки Т-60, принимавшие участие в знаменитом параде 7 ноября 1941 г. на Красной площади, являются одним из символов Победы под Москвой. Многие рабочие и инженеры завода, сражавшиеся на фронте, отдали свои жизни, защищая Родину. Коллектив предприятия за самоотверженный труд в годы войны отмечен тремя орденами – Ленина, Красного Знамени, Отечественной войны I степени. Тысячи автозаводцев награждены орденами и медалями, заводу 33 раза присуждалось переходящее знамя Государственного комитета обороны.



Первый автомобиль ГАЗ-АА, 1932 г.



ИМЕНА И ДАТЫ ИНФОРМАЦИЯ



Главный конвейер, 1937 г.

В послевоенный период завод стал выпускать новые модели грузовых и легковых машин, разработка которых не прекращалась и в военные годы. Эта техника участвовала в восстановлении разрушенных во время войны предприятий, поднятии целины, в строительстве Байконура и БАМа.

В 1994 г. завод приступил к выпуску автомобилей "ГАЗель", позволивших в сложных условиях переходного периода не только сохранить коллектив и производственный потенциал самого завода, но и дать новый импульс развитию всей экономике страны. В начале 2000 гг. ГАЗ вошел в состав активов Олега Дерипаски и стал основой для создания ведущего российского холдинга по коммерческого производству транспорта – "Группы ГАЗ". С 2003 г. Горьковский автозавод первым в стране начал внедрять систему бережливого производства, которая позволила повысить производительность труда на предприятии в четыре раза. Опыт ГАЗа по организации бережливого производства перенимают компании не только из автомобильной индустрии, но и лидеры различных отраслей экономики России (Сбербанк России, "Росатом" и др.).

Сегодня Горьковский автозавод "Группы ГАЗ" обладает передовыми технологиями международного автомобилестроения по разработке и производству авто-

мобильной техники, в том числе работающей на альтернативных видах топлива. Завод выпускает широкий модельный ряд легких и среднетоннажных коммерческих автомобилей: микроавтобусы, фургоны и фургоны-комби, шасси, бортовые автомобили. На базе автомобилей ГАЗ изготавливается свыше 300 вилов спештехники: автомобили скорой медицинской помощи, школьные автобусы, автоцистерны, самосвалы, эвакуаторы, инкассаторские автомобили и др. Самые популярные автомобильные бренды завода – "ГА-Зель", "Соболь" и "ГАЗон". Завод сохраняет лидерство на российском рынке, занимая долю около 50 % в сегменте легких коммерческих автомобилей и около 70 % в сегменте среднетоннажных грузовиков. ГАЗ также является одним из лидеров отечественного автокомпонентного рынка.

За последние 5 лет ГАЗ полностью обновил модельный ряд и разработал новое поколение автомобилей семейства NEXT с улучшенными потребительскими характеристиками, принципиально новым уровнем качества, надежности, безопасности и комфорта.



Линия сварки грузовика "ГАЗон NEXT", 2017 г.



ИНФОРМАЦИЯ И ДАТЫ

В 2013 г. ГАЗ начал серийное производство автомобиля "ГАЗель NEXT", в 2014 г. – его грузопассажирской версии, а также каркасного микроавтобуса NEXT и среднетоннажного грузовика "ГАЗон NEXT", в 2015 г. – цельнометал-"ГАЗель лического фургона NEXT", в 2016 г. – микроавтобуса ГАЗель NEXT на базе фургона. Новые модели расширяют линейку техники ГАЗа для российского рынка и обладают высоким экспортным потенциалом.

При подготовке производства к выпуску автомобилей семейства NEXT на ГАЗе проведена масштабная модернизация производства: установлены новые роботизированные линии сварки, создан новый цех штамповки, введен в эксплуатацию новый окрасочный комплекс Eisenmann. Степень автоматизации процессов достигает 85 %.

На производстве коммерческих автомобилей ГАЗа внедрена система качества в соответствии с международными стандартами. Это контроль соответствия параметров каждого автомобиля заданным техническим характеристикам на протяжении всего производственного цикла (сварка, окраска, сборка), который позволяет обеспечить высокий уровень надежности и безопасности продукции. На предприятии применяется специальная методика аудита автомобиля для оценки его качества с позиции потребителя.

ГАЗ реализует на своей площадке инвестиционные проекты в сотрудничестве с международными партнерами — концернами Volkswagen и Daimler. Организовано производство полного цикла легковых автомобилей Skoda Octavia, Skoda Yeti, VW Jetta и коммерческих автомобилей Мегсеdes-Вепz Sprinter. Индустриальное партнерство ГАЗа с лидерами мирового автопрома открыло новые перспективы по лока-

лизации компонентов на предприятиях "Группы ГАЗ": на ГАЗе организовано производство штампованных кузовных деталей для Mercedes-Benz Sprinter, на Ярославском моторном заводе "Группы ГАЗ" ведется выпуск двигателей для автомобилей Mercedes-Benz. ГАЗ пакже развивает сотрудничество с иностранными производителями автокомпонентов: создано совместное предприятие с международным производителем систем выпуска отработанных газов Bosal, а также СП со шведской компанией Bulten, специализирующейся на выпуске деталей крепежа. Совместные проекты с международными автопроизводителями позволили модернизировать мощности предприятия, обеспечить персонала обучение лучшим стандартам мировой автоиндустрии и использовать полученные компетенции в улучшении собственного модельного ряда завода.

В сферу деятельности Горьковского автомобильного завода также входит выпуск более 5 тыс. наименований автокомпонентов. ГАЗ является одним из крупнейших российских производителей в этом сегменте, выпуская мосты, оси и подвески, колесные диски, элементы выхлопной системы, чугунное литье, продукцию кузнечного производства и инструментальную оснастку. ГАЗ является активным участником программ локализации и импортозамещения: в 2016 г. ГАЗ стал поставшиком компонентов для двигателестроительного завода Ford Sollers, СП ГАЗа и Bulten было номинировано на поставку продукции для промышленных проектов альянса Renault-Nissan и АВТОВАЗа и т.д.

Горьковский автозавод имеет разветвленную сервисно-сбытовую сеть, в которую входит более 230 центров продаж и сервисного обслуживания автомобилей в

России и в странах Ближнего Зарубежья, а также около 1,7 тыс. точек продаж автокомплектующих. С 2013 г. ГАЗ занимает первое место в рейтинге удовлетворенности автодилеров компании Ernst&Young.

Новые подходы к качеству и к организации производственных процессов, внедренные на ГАЗе, распространяются на все входящие в состав холдинга предприятия. В 2008 г. для освоения современных технологий производства и профессионального развития работников компании на Горьковском автозаводе был создан корпоративный университет. На его базе разработано 600 уникальных учебных программ для повышения квалификации работников по наиболее востребованным специальностям. В 2012 г. совместно с Volkswagen Group Rus "Группа ГАЗ" создала новый учебный центр для освоения на практике передовых технологий мировой индустрии.

ГАЗ занимается подготовкой современных инженерных кадров для промышленных предприятий страны в рамках Всероссийской программы "Робототехника", воспитывая со школьной и студенческой скамьи будущую инженерно-техническую элиту для своих высокотехнологичных производств, в том числе для работы над перспективными проектами по созданию автоматизированных транспортных средств.

Горьковский автомобильный является центром интеграции предприятий "Группы ГАЗ". В компании работает единый инженерный центр и применяется модульный принцип разработки техники, который позволяет в кратчайшие сроки создавать современные модели коммерческого транспорта для российского и экспортных рынков.



НОВОСТИ ИНФОРМАЦИЯ

Газозаправочная сеть "Газпрома" в Краснодарском крае вырастет до 19 станций

12 января 2017 г. в ПАО "Газпром" состоялась рабочая встреча председателя правления А.Б. Миллера и губернатора Краснодарского края В.И. Кондратьева.



Схема магистральных газопроводов в Краснодарском крае

Стороны обсудили ход реализации соглашения о сотрудничестве. В частности, речь шла о газификации региона. Отмечено,

что в 2001—2016 гг. "Газпром" направил на эти цели около 18,6 млрд руб. Построено 64 газопровода общей протяженностью

более 600 км, ведется строительство еще 7-ми газопроводов. Кроме того, компания разрабатывает проектно-сметную документацию на сооружение 10-ти газопроводов.

На встрече была рассмотрена работа "Газпрома" по расширению рынка газомоторного топлива в Краснодарском крае. Сегодня здесь действуют 12 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) и два передвижных автомобильных газовых заправщика, все они принадлежат "Газпрому". Планируется, что до конца 2019 г. госкорпорация построит в регионе семь новых станций. В настоящее время "Газпром" ведет реализацию проектов по сооружению четырех станций - в населенных пунктах Белореченск, Тимашевск, Дефановка и Тахтамукай.

А.Б. Миллер обратил внимание В.И. Кондратьева на необходимость продолжения работы, направленной на погашение просроченной задолженности потребителей Краснодарского края за газ. С марта по ноябрь 2016 г. эта задолженность снизилась более чем на 1 млрд руб., но все еще остается достаточно высокой — около 3,75 млрд руб. (по состоянию на 1 декабря 2016 г.).



ИНФОРМАЦИЯ НОВОСТИ

Газовый КАМАЗ доказал эффективность EcoGas

14 января 2017 г. в Сенегале завершился ралли-марафон Africa Eco Race. Газовый КАМАЗ под управлением Сергея Куприянова вошел в десятку абсолютного зачета.

Маршрут ралли состоял из 12 этапов протяженностью более 6500 км. При этом большую часть пути — 3800 км — занимали скоростные участки: каменистые плато Марокко, пески Мавритании, саванны Сенегала. Дойти до финиша удалось далеко не всем из 52 стартовавших автомобилей, но экипаж газового КАМАЗа справился с испытаниями.

Для команды Сергея Куприянова это уже третья по счету африканская гонка. Газовый КАМАЗ является единственным в своем классе грузовиком, использующим в качестве топлива природный газ — ЕсоGas. Благодаря добавлению газа процесс разгона получается быстрее, а на максимальную мощность газовый КАМАЗ выходит на меньших оборотах, что весьма актуально для вязкого песка Африки.

Заправку автомобиля природным газом обеспечил передвижной автогазозаправщик ООО "Газпром газомоторное топливо". В составе колонны автомобилей технического сопровождения команды "КАМАЗ-мастер" газозаправщик преодолел весь маршрут и бесперебойно осуществлял заправку грузовика на финише каждого этапа марафона. Полной заправки автомобиля хватало на 600—700 км при работе двигателя в газодизельном цикле.



Грузовик "КАМАЗ-мастер" легко преодолевает пески Марокко



Экипаж газового KAMA3a и Жан-Луи Шлессер, организатор ралли-марафона "Африка Эко Рейс"

"Россия является мировым лидером по запасам природного газа. Его использование в качестве моторного топлива набирает популярность во всем мире. Газовый КАМАЗ

наглядно демонстрирует эффективность, безопасность и экологичность этого вида топлива", — подчеркнул пилот газового КАМАЗа Сергей Куприянов.



НОВОСТИ ИНФОРМАЦИЯ

На АГНКС "Газпрома" в Санкт-Петербурге началась заправка новых газовых автобусов

21 января 2017 г. в Санкт-Петербурге на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) "Газпрома" на проспекте Стачек, 47 состоялась первая заправка новых газовых автобусов парка № 7 ГУП "Пассажиравтотранс", закупленных городом в рамках программы по внедрению газомоторного транспорта. В мероприятии приняли участие Губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко и генеральный директор ООО "Газпром газомоторное топливо" М.В. Лихачев.

АГНКС на просп. Стачек, сооружение которой было завершено в октябре 2016 г., рассчитана на одновременную заправку 6 ед. техники. Проектная производительность АГНКС — 8,9 млн м³ в год. Станция построена в рамках стратегического инвестиционного проекта по созданию сети АГНКС "Газпрома" в Санкт-Петербурге. Проект предусматривает строительство на территории города еще 24 объектов, предназначенных для реализации газомоторного топлива.

Пассажирский транспорт является ключевым потребителем этого экологичного и экономичного топлива. Маршруты города на данный момент обсуживают 102 газомоторных автобуса ГУП "Пассажиравтотранс", половина из которых была получена предприятием в 2016 г. Пробег автобуса на одной заправке в условиях городского режима в среднем составляет 350 км.

В 2017 г. компания "Газпром газомоторное топливо" объявлена победителем открытого конкурса по обеспечению заправки природным газом транспорта ГУП "Пассажиравтотранс".

Производство и реализация природного газа в качестве моторного топлива — стратегическое направление деятельности ПАО "Газпром". Для сис-



Процесс заправки автобуса MAN газомоторным топливом



На АГНКС "Газпрома" началась заправка новых газовых автобусов

темной работы по развитию рынка газомоторного топлива создана специализированная компания — OOO "Газпром газомоторное топливо".

В 2016 г. в 21 регионе России построены 35 новых и реконструированы 4 действующие автомобильные газонаполнительные компрессорные станции. Это позволило увеличить газозаправочную сеть "Газпрома" до 254 объектов, суммарная проектная производительность станций выросла на 21,3% — до около 2 млрд м³ природного газа в год.

Между ПАО "Газпром" и Правительством Санкт-Петербурга действуют соглашения о сотрудничестве и о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива. 19 января 2017 г. "Газпром" и Санкт-Петербург подписали договор о сотрудничестве на 2017—2018 гг.

В настоящее время в городе действуют три АГНКС (с учетом станции на просп. Стачек), а также блок по заправке компримированным природным газом на АЗС. Все они принадлежат Группе "Газпром". К настоящему времени определены места размещения еще 13 новых АГНКС.

Распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 25.08.2014 № 52-рп принята Программа внедрения газомоторного топлива на автотранспортном комплексе Санкт-Петербурга на 2014—2023 гг., предусматривающая закупку 2463 ед. пассажирской и коммунальной техники. Сегодня общий городской парк газомоторной техники составляет 116 ед. (из них 102 автобуса).

