Color profile: Disabled
Composite Default screen

АГЗК + АТ

«АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (107) 2016 г. **Издается с января 2002 г.** **Периодичность – ежемесячно**

Журнал включён в Перечень изданий ВАК Минобрнауки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

Горшенин А.И.

Как повысить эффективность автотранспорта 3

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности использования автомобильного транспорта путем минимизации всевозможных простоев. В частности, о компьютерной программе мини-TMS, которая позволяет в режиме реального времени отслеживать и фиксировать абсолютно все простои каждого автотранспортного средства, квалифицировать их, сравнивать с нормативами, и потом все выявляемые отклонения относить на соответствующие ответственные подразделения.

Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Габсалихова Л.М., Валиев И.И.

Перспективы и риски перевода автотранспорта на газомоторное топливо 9

Статья посвящена разработке практической методики оценки перспектив, рисков и анализа экологической эффективности мероприятий, связанных с развитием автомобильного рынка на газомоторном топливе. Приведена оценка негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду и преимущества его перевода на газомоторное топливо.

Иванов А.С., Чикишев Е.М.

Альтернативное топливо для дизельных двигателей 14

Статья посвящена проблеме загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. Отмечено, что применение водотопливных эмульсий дает наилучшие результаты в дизелях, где получение качественного смесеобразования является основной проблемой для организации рабочего процесса. Представлены методика и результаты экспериментального исследования работы дизельного двигателя на водотопливной эмульсии разработанного состава.

Марков В.А., Девянин С.Н., Наянова М.А.

Соевое масло как топливо для дизелей 20

Рассмотрена возможность использования смесей нефтяного дизельного топлива и соевого масла в дизеле. Представлены результаты экспериментальных исследований дизеля типа Д-245.12С, работающего на нефтяном дизельном топливе и смесях дизельного топлива и соевого масла. Предложена методика оптимизации состава смесей нефтяного дизельного топлива и соевого масла. Проведены оптимизационные расчеты. Рассчитан оптимальный состав смесевого биотоплива.

Сидоренко Д.О., Сурикова Ж.В., Щанкина В.Г.

Разработка алгоритма анализа нефтешламов 39

В статье описывается методический подход к анализу нефтешламов различного происхождения. Подробно рассмотрен отбор, транспортировка и хранение проб нефтешламов, а также их физико-химический анализ и предложения возможного направления обезвреживания.

Бондарь А.М.

Всероссийская конференция "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы" 43

Климова Т.В.

Технический семинар "Снижение пожароопасности объектов малотоннажного производства и потребления СПГ" 45

Кузнецова М.В.

"Группа ГАЗ" начала серийный выпуск "Урал NEXT" 47

Началось строительство Амурского газоперерабатывающего завода 50

В газовом КАМАЗе установили новое газобаллонное оборудование 51

Заливка масел "Газпромнефть" на конвейере УАЗа 52

Проводы российской команды G-Energy Team на "Дакар-2016" 52

Итоговый протокол Всероссийской конференции "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы" 54

Учредитель
ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

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

Зам. главного редактора
А.С. Савченко

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

Состав редакционного совета:
член-корр. АН РТ **Г.С. Дьяконов**
(Респ. Татарстан, г. Казань)
д.т.н. **Н.А. Иващенко**
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)
д.т.н. **Н.Г. Кириллов**
(ООО "ИИЦ Стирлинг-Технологии", г. Санкт-Петербург)
д.т.н. **Г.К. Лавренченко**
("УА-СИГМА", Украина)
член-корр. НАН **Ю.Н. Литвишков**
(Азербайджан, г. Баку)
академик НАН **И.И. Лиштван**
(Беларусь, г. Минск)
академик РАЕН **С.В. Мещеряков**
(МИНГП, г. Москва)
д.э.н. **А.В. Николаенко**
(МГТУ МАМИ, г. Москва)
О.Н. Румянцева
(ООО "Издательство "Инновационное машиностроение")
д.х.н. **Р.М. Талышинский** (РАН ИНХС, г. Москва)
академик НАН РК, **Е.М. Шайхутдинов**
(Респ. Казахстан, г. Алматы)

Редактор
И.Л. Сильченкова

Компьютерная верстка
С.А. Жиркина

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

Подписано в печать 28.01.2016 г.
Формат 60×88 1/8. Бумага мелованная.
Усл. печ. л. 6,86.
Отпечатано в ООО "Белый ветер", 115407, г. Москва,
Нагатинская наб. д. 54, пом. 4

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). **Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–63954**

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

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

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:01

Color profile: Disabled
Composite Default screen

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

№ 2 (107) 2016 г. **Published from January, 2002** **Periodicity – monthly**

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

CONTENTS

Gorshenin A.I.
How to improve the efficiency of motor vehicles 3
The article examines the efficiency of road transport by minimizing the downtime of all kinds. In particular, the computer program of mini-TMS, which allows real-time monitor and record everything downtime each vehicle, qualify them, compared with the standards, and then all detected deviations refer to the respective responsible department.

Makarova I.V., Khabibullin R.G., Gabsalikhova L.M., Valiev I.I.
Prospects and risks the transition of motor transport at the gas fuel 9
The article is devoted to development of practical methods an assessment of prospects, risks and analysis of ecological efficiency of the actions connected with development of the automobile market on gas motor fuel. The assessment of negative influence of the motor transport on environment and advantages of its transfer to gas motor fuel is given.

Ivanov A.S., Chikishev E.M.
Alternative fuel for diesel engines. 14
This article is devoted a problem of environmental contamination by exhaust emissions. It is noted that the use of water-fuel emulsions gives the best results in diesel engines, where the receive quality of mixture formation is a major problem for the organization of the working process. Are presented the technique and results of experimental research of work of the diesel engine on the water-fuel emulsion, developed composition.

Markov V.A., Devyanin S.N., Naijanova M.A.
Soybean Oil as a Fuel for Diesel Engines 20
The possibility of using mixtures oil diesel fuel and soybean oil for diesel engine is considered. The results of experimental research on a D-245.12S diesel engine are demonstrated, with the engine running on oil diesel fuel and mixtures diesel fuel and soybean oil. Method of optimization of oil diesel fuel and soybean oil mixtures composition are suggested. Optimization calculations are conducted. Optimal composition of biofuel mixture is calculated.

Sidorenko D.O., Surikov J.V., Schankina V.G.
Oil sludge analysis algorithm development 39
The paper describes the methodological approach to the analysis of oil sludge of various origins. Considered in detail the selection, transportation and storage of samples of sludge, as well as their physical and chemical analysis and suggestions of possible areas of neutralization.

Bondar A.M.
All-Russian Conference "On the use of motor fuel in transport: problems and prospects". 43
November 25, 2015 in Moscow, under the auspices of the Chamber of Commerce of the Russian Federation and with the participation of the Union of Transport of Russia, hosted the All-Russian conference "Application of motor fuel in transport: problems and prospects".

Klimova T.V.
Technical seminar "Reducing fire facilities low-tonnage LNG production and consumption" 45

Kuznetsova M.V.
"GAZ Group" has started serial production of "Ural NEXT" 47
The construction of a gas processing plant Amur 50
The KAMAZ installed a new gas cylinder equipment. 51
Pouring oil "Gazpromneft" on the conveyor UAZ 52
Farewell to the Russian team G-Energy Team at the "Dakar-2016" 52
Final Protocol All-Russian Conference "On the use of motor fuel in transport: problems and prospects" 54

Founder
LLC "Publishers "Innovative mashinostroenie"

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

Deputy editor
A.S. Savchenko

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

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

Editor
I.L. Silchenkova

Computer Design
S.A. Zhirkina

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

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

The magazine is registered with the Federal agency for Supervision of Communications, Information Technology and Communications (Roskomnadzor), **Registration certificate PI N FS77–63954**

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

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

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:04

Color profile: Disabled
Composite Default screen

УДК 656.135

КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА

А.И. Горшенин, руководитель проектов, консалтинговая компания "А ДАН ДЗО" (г. Москва)

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности использования автомобильного транспорта путем минимизации всевозможных простоев. В частности, о компьютерной программе мини-TMS, которая позволяет в режиме реального времени отслеживать и фиксировать абсолютно все простои каждого автотранспортного средства, квалифицировать их, сравнивать с нормативами, и потом все выявляемые отклонения относить на соответствующие ответственные подразделения.

Ключевые слова: автотранспортное предприятие; перевозки; простои; программа мини-TMS.

HOW TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MOTOR VEHICLES

Gorshenin A.I.

The article examines the efficiency of road transport by minimizing the downtime of all kinds. In particular, the computer program of mini-TMS, which allows real-time monitor and record everything downtime each vehicle, qualify them, compared with the standards, and then all detected deviations refer to the respective responsible department.

Keywords: motor company; transportation; downtime; mini-TMS.

В настоящее время алгоритмы большинства существующих компьютерных программ по управлению автомобильным транспортом TMS (Transport Management System) построены по принципу учета различных циклов движения автотранспорта. Учет простоев автотранспортных средств (АТС) между различными отрезками движения имеет в этих программах второстепенное значение и отслеживается по меньшему числу параметров, так как самым важным всегда считалось непосредственное выполнение транспортной работы, т.е. именно циклы движения АТС. И многие годы, с момента появления различных видов TMS для управления автотранспортом, этот принцип был и остается основным. Но, со временем, внешние объективные ограничения современного дорожного движения постепенно уравняли на дороге всех автоперевозчиков.

Сегодня все участники дорожного движения в основном лимитированы не техническими характеристиками своих автотранспортных средств, их надежностью или квалификацией водителей (хотя, конечно, и это играет свою важную роль), а различными внешними ограничителями: правилами ПДД, которые, например, ограничивают скорость движения в пути, требованиями охраны труда водителей, которые ограничивают время движения, пропускные режимы и временные ограничения движения (МКАД, ТТК и т.д.) и др. Это все вместе, с точки зрения перевозчиков, значительно сокращает возможную производительность автоперевозок, уравнивая всех участников перевозок между собой. Учитывая эти обстоятельства, некоторые руководители автотранспортных предприятий стали замечать, что резервы повышения эффективности работы автотранспорта сегодня в большей мере скрыты не в организации его "правильного" движения, а в минимизации всевозможных простоев, которые сопровождают это движение. И что важно организовать учет всех этих простоев, чтобы понять их причину и сократить их до минимума. И данная статья по-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:53:04

Color profile: Disabled
Composite Default screen

священа именно этой теме – что такое простои, и как с ними бороться. Для этого давайте проанализируем все этапы жизненного цикла любого коммерческого транспортного средства, и постараемся, путем почасового трекинга, выяснить и описать все возможные периоды, когда это транспортное средство не занимается своей основной задачей – непосредственной перевозкой грузов или пассажиров, а простаивает по самым различным причинам. Будем исходить из следующего условия, что каждая минута жизненного цикла любого коммерческого транспортного средства будет относиться либо к понятию "работа" (это время когда АТС осуществляет какие либо действия, за которые предприятие получает доход), либо к понятию "простой" (это любое другое время жизнедеятельности АТС, которое не относится к первому состоянию). И постараемся проанализировать все периоды этих так называемых "простоев".

Для удобства систематизации все возможные простои поделим на два вида. Назовем их организационные и операционные. К первому виду отнесем все простои, которые существуют в "междурейсовые" отрезки жизни транспортного средства, когда АТС по каким-либо причинам не запущенно в непосредственную работу. Ко второму виду отнесем всевозможные простои, которые образуются уже во время выполнения транспортной работы. Давайте остановимся на каждом виде простоев более подробно, постараемся их описать, понять, какую долю жизненного цикла транспортного средства каждый из них занимает, и что можно предпринять, чтобы их минимизировать.

Итак, все причины простоев первого вида (организационные) можно разделить на три группы:

– неготовность к работе транспортного средства;

– неготовность (отсутствие) водителей;

– необеспеченность работой.

К первой группе относятся простои транспортных средств во время ремонта и технического обслуживания (либо в ожидании их), а также простои технически исправных АТС во время различных административных процедур : регистраций, техосмотров и т.п. Причем передвижение транспортных средств в эти периоды в автосервисы, пункты регистраций, осмотров, автомоек и т.д., в нашем понимании относятся к понятию простоя, так как не являются выполнением коммерческой транспортной работы.

Ко второй группе относятся всевозможные причины отсутствия водителя на технически исправном ТС: отпуск, болезнь, недостаток водителей в штате и т.д.

К третьей группе относятся причины простоя технически исправных транспортных средств, укомплектованных водительским составом, но не имеющих транспортных заказов, разнарядок и т.д. В том числе это выходные и праздничны дни. Другими словами – это периоды, когда предприятие по каким-либо причинам не нашло возможность продать свои транспортные услуги.

Причины простоев второго вида (операционные) у каждого предприятия свои, так как зависят о специфики транспортной работы. Но если, например, рассматривать типичное коммерческое автопредприятие по грузовым магистральным перевозкам, то они следующие:

– простои на погрузо-разгрузочных работах (далее ПРР);

– простои для отдыха водителей (в условиях командировок);

– вынужденные простои в пути по другим причинам.

К первой группе относятся всевозможные простои, которые в тои или иной степени связаны с процессами погрузок и разгрузок транспортных средств: простои в ожидании ПРР (в очереди), простои во время погрузки-разгрузки, приемки-сдачи груза, оформления товаросопроводительных документов и т.д.

Ко второй группе простоев относится время, необходимое для отдыха экипажа, которое сегодня в большей степени регламентировано законом, чем потребностью водителей, если учесть почти повсеместно принятую сдельную форму оплаты труда экипажей.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

К третьей группе операционных простоев мы отнесем различные вынужденные простои в пути, которые в ходе выполнения транспортной работы (в данном случае рейса) не относятся ни к первой, ни ко второй группам. Это вынужденные простои в различных очередях, на перекрытиях дорог, в ожидании паромов и переправ, в "пробках", и т.п. Сюда же можно отнести, например, вынужденные простои большегрузного автотранспорта в ожидании разрешенного времени проезда по МКАД и территории Москвы, и другие подобные простои. Неплохо, когда водителям удается совместить их со своим плановым отдыхом, но это получается не всегда. К этой группе простоев относятся также время, затраченное на выпуск автомобиля на линию (прохождение водителем медосмотра, получение путевого листа, подготовка и выезд в рейс), и, соответственно, время на процедуры завершения рейса – подготовка и сдача отчета, путевого листа, сдача-приемка транспортного средства и т.д. Так как эти простои напрямую связаны с выполнением конкретной транспортной работы, мы их отнесем именно к операционным, а не к организационным простоям первого вида.

Теперь если проанализировать любой момент времени в течение всего жизненного цикла коммерческого транспортного средства, то он будет относиться либо к "работе", либо к одному из приведенных здесь видов "простоев" – третьего не дано.

В табл. 1 представлена статистика двух различных автопредприятий, где указаны среднемесячные показатели продолжительности тех или иных циклов (суммарно в часах), приведенных к одному автосоставу (седельный тягач + полуприцеп).

Указанные автопредприятия в свое время были исследованы специалистами консалтинговой компании "А ДАН ДЗО" в своих проектных работах. Во время аудитов были выделены статистические данные о циклах "работы" и "простоя" машин, которые использованы в этой статье. К сожалению, по условиям проектов, здесь нельзя указать названия этих компаний. Оба предприятия расположены в центральном федеральном округе России и оказывают одинаковые услуги – междугородние грузовые перевозки. Имеют собственную инфраструктуру, однотипный автотранспорт и похожую штатную структуру. Отличаются эти предприятия своими размерами и методом выбора заказчиков. АТП № 1 является самостоятельным коммерческим автоперевозчиком, работающим со сторонними клиентами на открытом рынке. АТП № 2, это автопредприятие, являющееся структурным подразделением крупного производственного холдинга, и основная задача которого – обеспечивать транспортные нужды своих корпоративных предприятий.

Первый вывод, полученный из этих исследований – грузовики зарабатывают деньги меньше половины свой активной жизни, и это в обоих случаях стало неприятным открытием для наших заказчиков. Другая, и основная по времени часть жизни автомобиля тратится на разные околотранспортные процедуры, которые часто затягиваются по вине различных ответственных лиц предприятия, которые лишь косвенно имеют отношение к транспортной работе, и обычно в своей деятельности замотивированы на другие показатели. И в этом, пожалуй, мы видим основную причину, почему часто не удается улучшить показатели производительности автотранспорта, несмотря на то, что вроде бы максимально оптимизируются все циклы самой транспортной работы. И когда перед нами встала задача увеличить эффективности работы автотранспорта на одном из этих предприятий, мы решили сосредоточить свои усилия именно на сокращении всевозможных простоев. Для этого специалистами консалтинговой компании "А ДАН ДЗО" была специально разработана уникальная компьютерная программа, по сути мини-TMS, которая позволяет в режиме реального времени отслеживать и фиксировать абсолютно все простои каждого транспортного средства, квалифицировать их, сравнивать с норматива-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:53:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 1

Статистика простоев автотранспортных средств

Циклы	АТП № 1		АТП № 2	
Транспортная работа (ч)	224,3	31 %	324,8	44 %
Простои (ч)	505,8	69 %	405,2	56 %
Организационные, в т.ч.:	228,1	31 %	117,8	16 %
Ремонт и техобслуживание (ч)	70,6	10 %	55,3	8 %
Простои на админ. процедуры (часы)	7,8	1 %	6,2	1 %
Простои из-за отсутствия экипажа (ч)	15,3	2 %	22,1	3 %
Простои из-за отсутствия работы (ч)	134,5	18 %	34,3	5 %
Операционные, (простои в пути) в т.ч.:	277,7	38 %	287,3	39 %
Простои на ПРР (ч)	68,7	9 %	84,8	12 %
Простои на отдых экипажа (ч)	195,3	27 %	189,6	26 %
Прочие вынужденные простои (ч)	13,7	2 %	12,9	2 %
Параметры предприятий				
Кол-во грузовых автосоставов (шт.)	67		422	
Среднемесячный пробег одного автосостава (км)	8969		11154	
Средняя протяженность одного рейса (км)	868		622	
Средний возраст ТС (г)	6,5		4,8	

ми, и потом все выявляемые отклонения относить на соответствующие ответственные подразделения. Проект мы проводили на автопредприятии, входящем в крупный производственный холдинг, где за каждый из перечисленных выше простоев автотранспорта отвечал кто-то, если не из сотрудников самого автопредприятия, то из ответственных сотрудников других предприятий, входящих в холдинг. Это обстоятельство еще больше усилило эффект от внедрения программы, так как все отслеживаемые отклонения участвовали в расчете ключевых показателей эффективности тех или иных сотрудников, независимо от их места работы. Распределение ответственности за сверхнормативные простои между разными службами АТП и других предприятий холдинга отражено в табл. 2.

По итогам месяца по каждому подразделению и ответственному лицу программа суммирует все факты сверхнормативных простоев

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 2

Распределение ответственности за сверхнормативные простои между подразделениями холдинга

Организационные простои	
Ремонт и техобслуживание	Служба главного механика АТП
Простои на административные процедуры	Начальник автоколонны, ответственные подразделения (инженер БДД и т.д.)
Простои из-за отсутствия экипажа	Начальник автоколонны, служба персонала
Простои из-за отсутствия работы	Диспетчерская служба, менеджеры по перевозкам
Операционные простои	
Простои на ПРР	Ответственные подразделения на местах погрузок-выгрузок
Простои на отдых экипажа	Водитель
Прочие вынужденные простои	Водитель, менеджер по перевозкам

транспортных средств, которые попадали в зону их ответственности, и передает эти данные в блок расчета ЗП, где рассчитывается мотивационная часть заработанной платы того или иного сотрудника, в соответствии с полученным результатом.

За некоторые простои ответственность могут консолидировано нести два (или более) подразделения, и соответственно расчет КПЭ для обоих нужно производить по общим результатам. Например, если на предприятии существует дефицит водительского состава, то за простой автотранспорта по причине отсутствия водителей должен нести ответственность не только непосредственный руководитель автоподразделения (в случае нашего клиента это были начальники автоколонн), но и руководители службы персонала, которые обязаны своевременно обеспечивать наполнение штатной структуры. Аналогичная ситуация с простоями по административным причинам и т.д.

Итого, для комплексного выполнения всех поставленных задач данная программа имеет три основных программных блока. Первый блок программы служит инструментом для обеспечения трекинга всех циклов работы и простоев по каждому транспортному средству. Второй блок обрабатывает полученные данные из первого блока, сравнивает их с установленными нормативами, находит отклонения и распределяет их по ответственным подразделениям. Третий блок получает информацию об отклонениях из второго блока программы, и на основании её рассчитывает текущие значения КПЭ как для подразделений, так и для ответственных сотрудников. Далее в автоматическом режиме третий блок формирует необходимые отчеты, а также проводит расчеты мотивационных показателей по всем сотрудникам, участвующим в транспортных и "околотранспортных" процессах. Все процессы, начиная от трекинга и сбора информации и заканчивая результатами расчетов мотивационных показателей, полностью автоматизированы и не требуют личного участия аналитиков или других подобных специалистов.

По итогам уже первого прошедшего после начала опытной эксплуатации программы квартала, общая производительность автотранспорта повысилась примерно на 20 %, хотя программа еще требовала некоторых подстроек и "долечивания" всевозможных "детских болезней". В табл. 3 приведены данные по результатам внедрения программы, где сравниваются показатели почасового трекинга процессов до внедрения и после.

В столбце "До внедрения" указаны среднемесячные значения суммарной продолжительности циклов в часах, приведенных к одному

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:06

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 3

Эффект от внедрения программного модуля после первых трех месяцев использования

Циклы	До внедрения		После внедрения	
Транспортная работа (ч)	324,8	44 %	392,9	53 %
Простои (ч)	405,2	56 %	337,1	47 %
Организационные, в т.ч.:	117,8	16 %	70,5	10 %
Ремонт и техобслуживание (ч)	55,3	8 %	40,7	6 %
Простои на админ. процедуры (ч)	6,2	1 %	6,1	1 %
Простои из-за отсутствия экипажа (ч)	22,1	3 %	10,7	1 %
Простои из-за отсутствия работы (ч)	34,3	5 %	10,0	1 %
Операционные, (простои в пути) в т.ч.:	287,3	39 %	269,7	37 %
Простои на ПРР (ч)	84,8	12 %	63,8	9 %
Простои на отдых экипажа (ч)	189,6	26 %	192,5	26 %
Прочие вынужденные простои (ч)	12,9	2 %	13,3	2 %

грузовому автосоставу. В столбце "После внедрения" указаны средние фактические значения суммарной продолжительности всех циклов, также приведенных к одному автосоставу, но уже по результатам работы первых четырех месяцев после начала опытной эксплуатации программного модуля.

До внедрения программного модуля по учету простоев примерно треть всех объемов перевозок в холдинге осуществлялась привлеченным транспортом, так как собственное автопредприятие не справлялось со всеми транспортными заказами, особенно в сезоны пиковых отгрузок. Внедрение программного модуля и повсеместный контроль всех простоев позволили уже за первые четыре месяца работы, только за счет повышения "оборачиваемости" собственных автомобилей, сократить долю наемного автотранспорта более чем в два раза(!). Это принесло экономический эффект, который в течение только одного первого квартала использования модуля полностью окупил все затраты предприятия на разработку и внедрение этого программного инструмента в целом, а в последующие месяцы существенно сократил транспортные затраты холдинга. Вслед за повышением пробегов машин последовало повышение средней заработной платы экипажей, что стабилизировало водительский состав на автопредприятии, значительно сократив текучесть кадров и, соответственно, повысило не только транспортную дисциплину, но и сохранность автотехники. В связи с этим данный подход повышения эффективности автотранспорта сегодня рекомендован всем предприятиям, эксплуатирующим собственные транспортные средства независимо от целей их использования.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:06

Color profile: Disabled
Composite Default screen

УДК 303.732; 658.7:33

ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ ПЕРЕВОДА АВТОТРАНСПОРТА НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Л.М. Габсалихова, И.И. Валиев,
Казанский (Приволжский) федеральный университет (г. Набережные Челны)

Статья посвящена разработке практической методики оценки перспектив, рисков и анализа экологической эффективности мероприятий, связанных с развитием автомобильного рынка на газомоторном топливе. Приведена оценка негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду и преимущества его перевода на газомоторное топливо.

Ключевые слова: газомоторное топливо; анализ рисков; экологическая эффективность; карта рисков; сервис газобаллонных автомобилей.

PROSPECTS AND RISKS THE TRANSITION OF MOTOR TRANSPORT AT THE GAS FUEL

Makarova I.V., Khabibullin R.G., Gabsalikhova L.M., Valiev I.I.

The article is devoted to development of practical methods an assessment of prospects, risks and analysis of ecological efficiency of the actions connected with development of the automobile market on gas motor fuel. The assessment of negative influence of the motor transport on environment and advantages of its transfer to gas motor fuel is given.

Keywords: gas motor fuel; risk analysis; ecological efficiency; card of risks; service of gas cylinder cars.

Поскольку нефть относится к невозобновляемым источникам энергии и добывается в таких масштабах, что в скором будущем ее запасы будут полностью исчерпаны, вопрос о поиске альтернативных видов моторного топлива не теряет своей актуальности на протяжении последних десятилетий во всем мире.

Вторая не менее серьезная проблема, связанная с ростом автомобилизации, – негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду. Выхлопы автотранспорта являются одной из самых серьезных причин загрязнения воздуха в крупных городах. Так, в Москве и в других мегаполисах России доля автомобильных выхлопов составляет более 90 % от совокупных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. В городах с менее развитой промышленностью доля вклада автомобильных выхлопных газов не намного меньше (порядка 80–90 %). В целом по России выбросы автотранспорта в атмосферу составляют 42 % от их суммарного количества [2, 5].

По заключению исследователей из Корнельского университета, 40 % смертей в мире вызваны влиянием загрязнения воздуха, воды, почвы. Ядовитые выбросы в атмосферу убивают ежегодно около 3 млн чел. Основные причины смертей, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, – это рак, врожденные патологии, нарушение работы иммунной системы организма человека. Вдыхание воздуха, в котором присутствуют продукты горения (разреженный выхлоп дизельного двигателя), даже в течение непродолжительного времени, например, увеличивают риск получить ишемическую болезнь сердца.

Промышленные предприятия и автотранспорт выбрасывают черный дым и зеленовато-желтый диоксид, которые повышают риск ранней смерти. Даже сравнительно низкая концентрация этих ве-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:53:06

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ществ в атмосфере вызывает от 4 до 22 % смертей до сорока лет. Очень опасным симптомом для человечества является то, что загрязнение воздуха повышает вероятность рождения детей с пороками развития [1].

Растущий уровень автомобилизации вынуждает к поиску решений по снижению негативного влияния автотранспорта на окружающую среду: ужесточаются требования к экологической безопасности автомобилей, вводятся жесткие стандарты "Евро-5" и "Евро-6". Особенно актуальным является вопрос повышения экологической безопасности для больших городов и регионов с санаторно-курортными зонами [7].

Природный газ в последнее десятилетие вызывает все больший интерес потребителей. Все шире применяют данный вид топлива компании, занимающиеся перевозками пассажиров и грузов, а также коммунальные и строительные. В качестве моторного топлива природный газ используется главным образом в двух разновидностях – в виде сжиженного углеводородного газа (СУГ) и в виде компримированного (сжатого) природного газа (КПГ). Интерес к газомоторному топливу связан с его низкой стоимостью и высокой экологичностью.

Так, стоимость компримированного (сжатого) природного газа (КПГ) составляет около 50 % от стоимости бензина, а сжиженного углеводородного газа (СУГ) – 75 %. При более низкой (в два раза ниже, чем у дизельного топлива) цене на газ энергоотдача практически одинаковая – 0,95:1.

Немаловажным фактором является и более стабильная по сравнению с нефтью цена на газ. Как объясняют специалисты, компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) метан является наиболее дешевым из всех широко используемых в настоящее время видов моторного топлива. Затраты на 100 км пробега на автомобиле с метановым двигателем почти на 60 % ниже, чем на автомобиле с двигателем, использующим сжиженный углеводородный газ (СУГ), более чем в 2 раза ниже, чем на автомобиле с классическим дизельным двигателем, и в 2,5 раза ниже, чем с бензиновым.

Объективными предпосылками роста в последние годы интереса к газу как моторному топливу помимо экономических показателей являются более высокие энергетические и экологические характеристики по сравнению с нефтяными топливами.

Из всех массово используемых моторных топлив и технологий природный газ обеспечивает наиболее безопасные выбросы отработавших газов, оказывает меньшее воздействие на смазочные масла (на 30–40 %). Так, перевод автомобилей с бензина на газ позволяет снизить в среднем в пять раз выбросы вредных веществ, а шумовое воздействие – вдвое. Кроме того, газ не содержит основного загрязнителя бензина – серы, поэтому даже самый очищенный бензин стандарта "Евро-5" не может и близко сравниться по чистоте сгорания с газовым топливом.

Мировой парк газомоторных автомобилей с 2000 г. увеличился более чем в три раза. В настоящее время на КПГ работают 14,7 млн автомобилей, что составляет 1,5 % от мирового парка (900 млн ед.). В последние годы мировой парк автомобилей, работающих на природном газе, увеличивается на 25–30 % в год. Сегодня в мире насчитывается уже 20 746 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Стимулирующим фактором перехода на газомоторное топливо следует считать тот факт, что в России предусмотрены программы государственной поддержки перевода общественного транспорта на газовое топливо.

Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев, выступая на совещании по развитию автомобильной промышленности на среднесрочную перспективу, озвучил идею перехода страны на газомоторное топливо [3], а 13.05.2013 г. подписал Постановление о массовом (не менее 50 %) переводе на газовое топливо общественного транспорта.

Это направление является перспективным, поскольку пассажирский транспорт является дотационным в основном за счет высоких расходов на топливо. При наличии мер государственной поддержки на приобретение автобусов на газомоторном топливе пассажирские перевозки станут выгодными:

- для граждан – ввиду снижения стоимости проезда;
- для перевозчиков – за счет использования более дешевого топлива;
- для государства – за счет сокращения или отмены дотаций на перевозки.

Помимо того, перспективность данного направления для России обусловлена тем, что, обладая крупнейшими мировыми запасами природного газа, она пока занимает лишь 5-е место в мире по числу автомобилей на СУГ (1,3 млн) и делит

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:06

Color profile: Disabled
Composite Default screen

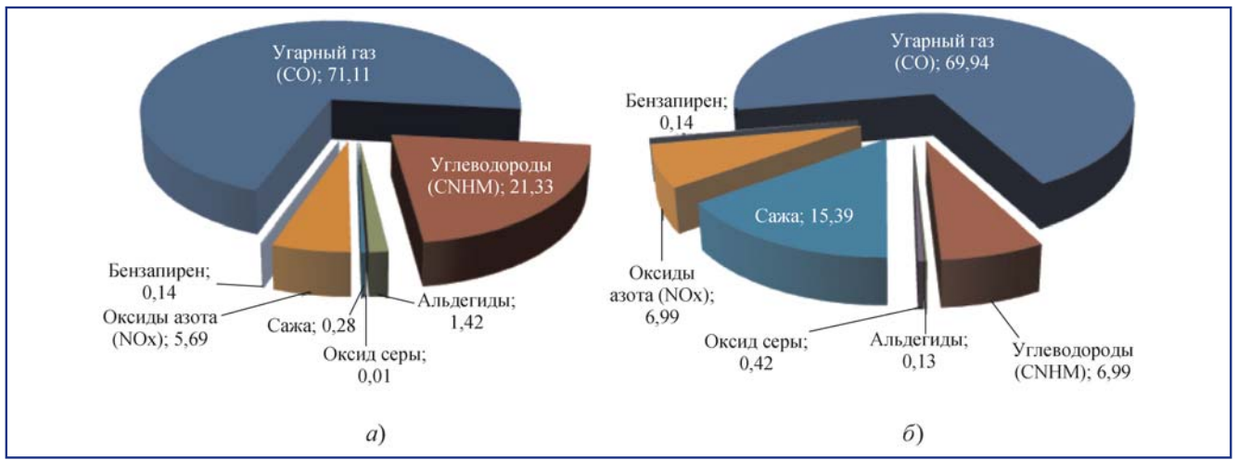


Рис. 1. *Загрязняющие вещества отработавших газов автомобилей:*
а – с бензиновым двигателем; *б* – с дизелем

17–18-е места с США по числу автомобилей на КПГ (около 100 тыс.).

При использовании метана в качестве моторного топлива продукты неполного сгорания практически не образуются, поскольку всегда есть избыток кислорода. Окислы азота образуются в меньшем количестве, так как температура сгорания бедных смесей значительно ниже. Пристеночный слой камеры сгорания при использовании бедных газовоздушных смесей содержит меньший объем топлива, чем при более богатых бензиновоздушных. Таким образом, при правильно отрегулированном метановом газовом двигателе выбросы в атмосферу угарного газа сокращаются в 5–10 раз по сравнению с бензиновым, окислов азота выделяется в 1,5–2 раза меньше, а углеводородов – в 2–3 раза меньше. Кроме того, при использовании метана значительно снижается выделение так называемых парниковых газов. Содержание углерода по весу в составе метана – 75 %, а в составе бензина – 85 %, поэтому при полном сгорании природного газа двуокиси углерода (CO_2) образуется на 13 % меньше, чем при сгорании бензина.

Учитывая, что среднегодовой пробег автомобиля КАМАЗ составляет 80 тыс. км, а среднегодовой расход топлива при расходе 40 л на 100 км составляет 32 тыс. л, можно оценить, насколько снизятся выбросы токсичных веществ в атмосферу в год при эксплуатации одного автомобиля при переводе его на газовое топливо (рис. 2). Высокая экологическая эффективность данного вида топлива подтверждается и тем фактом, что количество токсичных выбросов, выделяемых газовыми двигателями КАМАЗ, значительно меньше, чем допускается нормативами "Евро-4": NMHC (неметановых углеводородов) – в 1,9 раза; CH_4 (метана) – в 3,2 раза;

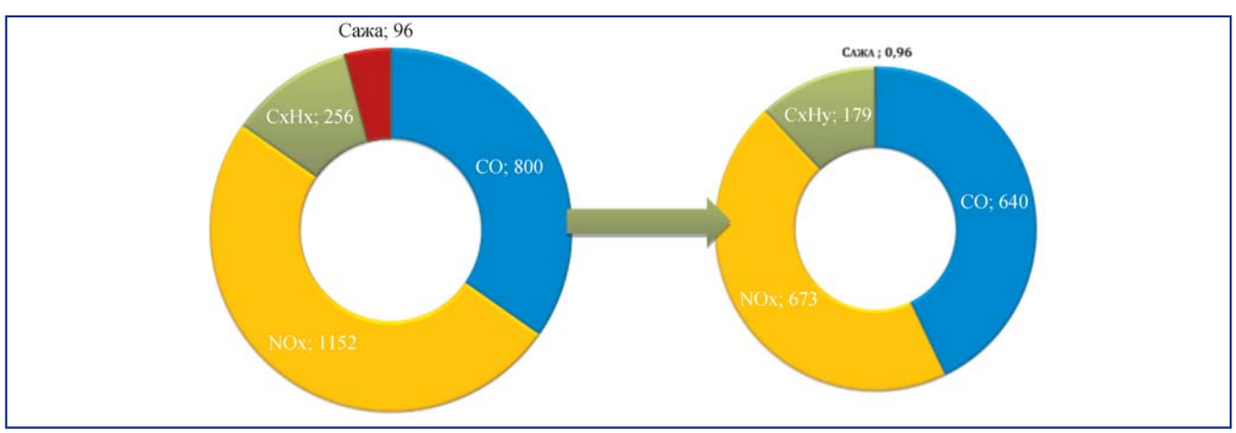


Рис. 2. *Снижение токсичности выбросов одного автомобиля КАМАЗ с газовым двигателем в год по сравнению с дизельным*

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:15

Color profile: Disabled
Composite Default screen

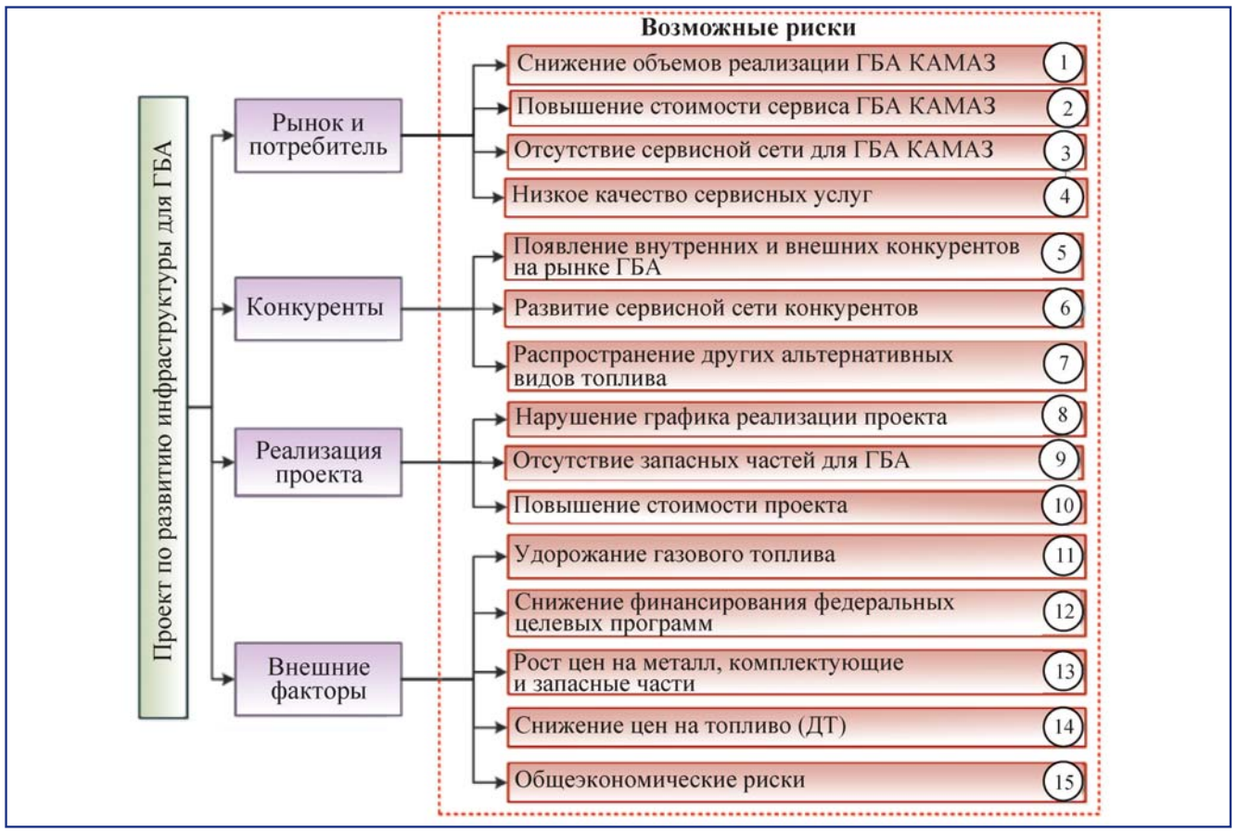


Рис. 3. *Логическая карта рисков проекта создания инфраструктуры для ГБА КАМАЗ*

CO (оксида углерода) – в 200 раз; NO_x (оксидов азота) – в 1,6 раза.

Главным сдерживающим фактором при развитии данного направления является неподготовленность инфраструктуры к массовому использованию техники с газовыми двигателями, поэтому необходимо оценить риски, связанные с реализацией указанного проекта.

Особенность газомоторной техники заключается в том, что она требует более частых дозаправок, что в свою очередь требует более плотного кольца газовых заправок [4], в силу чего развитие инфраструктуры предусматривает расширение сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). Кроме того, необходимо расширение, либо модернизация сети сервисных центров [6], в которых предусмотрены участки по обслуживанию газобаллонного оборудования (ГБО). Необходимо оценить риски по каждому из этих направлений инфраструктурных изменений: расширение сети АГНКС и развитие сервисной сети, для чего на первом этапе обычно строится логическая карта рисков (рис. 3).

Возникновение рисковых ситуаций при формировании инфраструктуры как системы, обеспечивающей возможности эксплуатации ГБА, может быть вызвано как отдельными причинами для сети АГНКС и сервисной сети, так и общими для них обоих (см. рис. 3). Кроме того, риски могут быть вызваны как внешними воздействиями, так и изменениями параметров самой системы, при этом могут возникнуть синергетические эффекты, как положительно влияющие на состояние системы, так и оказывающие отрицательное воздействие на состояние ее подсистем.

Например, маркетинговый риск представляет собой опасность выбора ошибочной стратегии поведения на рынке. Это могут быть неправильная ориентация на потребителя продукта и услуг, ошибки в выборе ассортимента, неправильная оценка конкурентов и т.д., тем самым снижение объемов реализации ГБА. Риск повышения стоимости организации сервиса свидетельствует о неэффективности его организации, что требует принятия соответствующих мер. Под общеэкономическими рисками понимается изменение основных

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:24

Color profile: Disabled
Composite Default screen

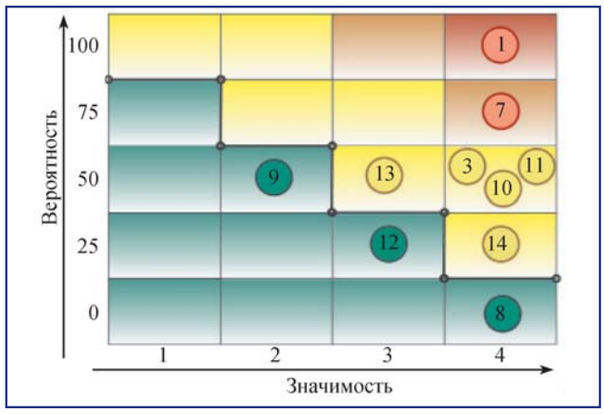


Рис. 4. Карта рисков расширения сети АГНК

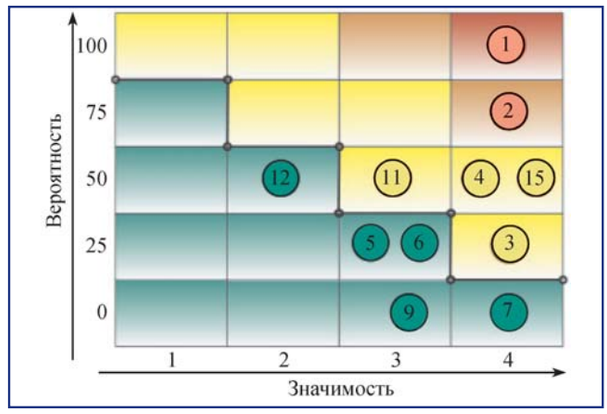


Рис. 5. Карта рисков расширения сервиса для ГБА

экономических показателей государства: темпов роста ВВП, увеличения внешнего долга, высокого уровня инфляции и т.д.

Анализ рисков осуществляется методом экспертных оценок. При этом учитывается мнение не менее 10 экспертов, хорошо знакомых с существом проблемы. Каждому эксперту предоставляется перечень рисковых ситуаций и предлагается оценить вероятность их наступления по следующей системе: 0 – риск рассматривается как маловероятный; 25 – риск, скорее всего, не реализуется; 50 – о наступлении события ничего определенного сказать нельзя; 75 – риск, скорее всего, проявится; 100 – риск наверняка реализуется. Вес показателя: 1 – без последствий; 2 – последствия незначительны; 3 – последствия серьезные, но не критические; 4 – критический уровень последствий.

Оценки экспертов анализируются на непротиворечивость по следующим правилам:

1) $\max |A_i - B_i| \leq 50$, $i = 1 \ldots n$, где A_i, B_i оценки двух экспертов в отношении i-го риска, т.е. максимальная разница между оценками экспертов по любому фактору должна быть не больше 50;

2) $\sum|A_i - B_i|/n \leq 25$.

Используется для согласования оценок экспертов в среднем. Для этого оценки суммируются по модулю и делятся на число рисков. Если между экспертами обнаружены противоречия, они обсуждаются на совещаниях для выработки согласования по данному вопросу. Вероятность возникновения и значимость рисков затем отражаются на диаграммах (картах) рисков (рис. 4, 5).

Качественный анализ рисков, характерных для проектов по расширению сети АГНКС и развитию сервиса ГБА, показал, что наиболее критичными из всех видов риска являются маркетинговый (снижение объемов реализации ГБА), повышение стоимости сервиса, а также распространение других альтернативных видов топлива.

Своевременное определение риска, его оценка и контроль позволяют сократить потери, предотвратить неблагоприятные события, связанные с наступлением рисковых ситуаций. Мониторинг параметров системы необходим для быстрого реагирования на изменение ситуации и принятия обоснованных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Загрязнение** воздуха в России – URL: http://www.dishisvobodno.ru/zagryaznenie-vozdukha-v-rossii.html. Дата обращения: 17.08.2015.

2. **Константинов А.П.** Экология и здоровье: опасности мифические и реальные // Экология и жизнь. 2012. № 9. С. 82–86.

3. **Медведев** задумал перевести все автомобили в стране на газ. – URL: http://www.tsg66.ru/novosti/v-mire/ medvedev-zadumal-pereves-vse-avtomobili-v-strane-na-gaz. html. Дата обращения: 15.06.2015.

4. **Сливай** бензин – URL: http://gt-garazh.3dn.ru/news/slivaj_benzin/2010-06-3 0-575. Дата обращения: 10.05.2015.

5. **Смуров А.В., Снакин В.В., Комарова Н.Г.** Современное состояние атмосферного воздуха // Экология России. 2012. С. 12–33.

6. **Makarova I., Khabibullin R., Belyaev A., Belyaev E.** Dealer-service center competitiveness increase using modern management methods // Transport Problems. Poland. Silesian University of Technology, Faculty of Transport. 2012. Vol. 7, Issue 2. P. 53–59.

7. **Makarova I., Khabibullin R., Belyaev A., Belyaev E., Mavrin V.** Urban transport system management in the context of region sustainable development strategy // Transport Problems. Poland. Silesian University of Technology, Faculty of Transport. 2013. Vol. 8, Issue 2. P. 107–111.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:53:29

Color profile: Disabled
Composite Default screen

УДК 621.436

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.С. Иванов, канд. техн. наук, Государственный аграрный университет Северного Зауралья;
Е.М. Чикишев, канд. техн. наук, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Статья посвящена проблеме загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. Отмечено, что применение водотопливных эмульсий дает наилучшие результаты в дизелях, где получение качественного смесеобразования является основной проблемой для организации рабочего процесса. Представлены методика и результаты экспериментального исследования работы дизельного двигателя на водотопливной эмульсии разработанного состава.

Ключевые слова: альтернативное топливо; водотопливная эмульсия; дизельный двигатель; выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

ALTERNATIVE FUEL FOR DIESEL ENGINES

Ivanov A.S., Chikishev E.M.

Article is devoted a problem of environmental contamination by exhaust emissions. It is noted that the use of water-fuel emulsions gives the best results in diesel engines, where the receive quality of mixture formation is a major problem for the organization of the working process. Are presented the technique and results of experimental research of work of the diesel engine on the water-fuel emulsion, developed composition.

Keywords: alternative fuel; water-fuel emulsions; diesel engine; exhaust emissions.

Наиболее мощными источниками поступления в атмосферный воздух вредных веществ являются транспортные средства, в том числе автомобили и тракторы, работающие на традиционном углеводородном топливе.

Выброс в атмосферу вредных веществ с отработавшими газами является следствием и необходимым условием нормального функционирования двигателей внутреннего сгорания. В России дизель признан наиболее опасным двигателем с экологической точки зрения и в традиционной комплектности не отвечает современным требованиям по ограничению выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

Отработавшие газы дизелей – это гетерогенная смесь различных веществ, на 98–99,98 % состоящая из продуктов полного сгорания топлива и воздуха. В остальных 0,02–2 % обнаруживается более 200 компонентов, обусловливающих неблагоприятное воздействие на человека, животный и растительный мир, сооружения. Значительная часть автотранспортных средств оснащается дизельными двигателями, практически вся сельскохозяйственная техника комплектуется дизельными двигателями. Мировой парк мобильных сельскохозяйственных машин насчитывает более 100 млн ед., выбрасывающих ежегодно более 300 млн т суммарного количества вредных веществ с отработавшими газами.

Во всех случаях эти выбросы оказывают отрицательное влияние на условия труда, сельскохозяйственные земли и получаемую с них продукцию. Почва является главным средством сельскохозяйственного производства и основой агроэкосистем. Сельскохозяйственные тракторы загрязняют почвы через выхлопные газы в атмосфере путем осаждения на поверхности паров, аэрозолей, пыли, сажи или растворенных вместе с дождями, снегом, сухими выделениями, т.е. являются одним из главных источников химического загрязнения почв.

В процессе эксплуатации техническое состояние тракторов, как правило, ухудшается: увеличивается энергопотребление, снижаются показатели работоспособности, технической и экологической безопасности. Значительно усугубляет экологическую обстановку и тот факт, что тракторов, которым свыше 10 лет, в России более 50 % и

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:29

Color profile: Disabled
Composite Default screen

большинство из них работают на пределе технических возможностей.

Несмотря на то, что дизель в настоящее время является экономичным и долговечным двигателем, имеется возможность дальнейшего улучшения его характеристик путем совершенствования рабочего процесса, качество которого зависит от многих факторов: газодинамического состояния воздушного заряда, параметров топливной аппаратуры, качества смесеобразования, условий наддува, физико-химических показателей топлив и т.д., возможность которых используется не полностью [1]. Одним из отрицательных последствий применения дизелей является увеличение выброса в атмосферу продуктов сгорания, часть из которых обладает токсическими свойствами.

Образование сажистых частиц в дизеле, кроме того, вызывает появление интенсивного радиационного теплообмена, повышающего теплонапряженность деталей двигателя. Являясь адсорбентами, а в дальнейшем носителями многих вредных для живых организмов веществ, сажистые частицы, присутствующие в отработавших газах, оказывают отрицательное влияние на здоровье человека и экологию окружающей среды [2, 3].

Экономические и экологические показатели дизелей во многом зависят от качества протекания процессов смесеобразования и сгорания. Одним из направлений дальнейшего развития дизелей является повышение их удельной мощности и снижения вредных выбросов при увеличении среднего эффективного давления и частоты вращения коленчатого вала, что связано с совершенствованием рабочих процессов двигателя [4].

Таким образом, решение основных проблем дизелестроения (улучшения экономических и экологических показателей, повышение удельной мощности) требует улучшения качества процесса сгорания топлива. Поэтому исследования в данной области являются актуальными.

Применение альтернативных видов моторного топлива с целью повышения экологической безопасности работы дизелей является наиболее эффективным в настоящее время. Водотопливная эмульсия (ВТЭ) относится к их числу. Наилучшие результаты дает применение ВТЭ в дизелях, где получение качественного смесеобразования является основной проблемой для организации рабочего процесса [5]. Способ применения воды в виде эмульсии с дизельным топливом и различными присадками, улучшающими ее свойства, является наиболее простым, дешевым и доступным.

Этот способ позволяет в определенной степени экономить дизельное топливо, не требует значительных затрат на внесение конструктивных изменений и дополнений в дизель и может быть реализован на двигателях, уже находящихся в эксплуатации. Наиболее интенсивно исследования, связанные с применением ВТЭ, проводятся по двум направлениям: 1) впрыскивание воды в камеру сгорания непосредственно перед воспламенением топлива; 2) приготовление ВТЭ с заранее подобранным оптимальным составом воды и топлива.

При приготовлении ВТЭ в ультразвуковых аппаратах происходит разрушение высокочастотными колебаниями длинных углеводородных молекул, а образовавшиеся легкие активные радикалы интенсивно перемешиваются вихревым потоком в объеме обрабатываемой среды, вступают в реакцию с молекулами остатков углеводородных фракций, что в конечном итоге изменяет геометрию молекул [6]. При непосредственном впрыске эмульгированного топлива в камеру сгорания, топливная струя, встречая сопротивление воздушного заряда, разрушается на границе раздела фаз топлива и воды, где поверхностное натяжение имеет наименьшее значение, дробится на высокодисперсные капли, таким образом, удельная поверхность горения увеличится в десятки раз.

В камере сгорания после прогрева мгновенного разрушения глобул, осколки тяжелых фракций (асфальтогены), перемещаясь с высокой скоростью интенсивно взаимодействуют с кислородом воздушного заряда, сгорают практически полностью, т.е. без образования нагара. Находящаяся в составе эмульгированного топлива водная фаза частично диссоциирует в ходе окисления топлива, затем, по мере повышения температуры, реакция диссоциации воды резко ускоряется. Образовавшиеся при диссоциации избытки атомов водорода вступают в реакцию с атомами кислорода и, как результат, резко ускоряется процесс горения.

В процессе горения ВТЭ в камере сгорания дизелей происходит конверсия газовых фракций, образовавшихся в результате фазовых превращений, горящее с водяным паром дизельное топливо обогащается водородом и сгорает с выделением дополнительной энергии практически полностью, с резким уменьшением вредных выбросов. При этом существенно снижается износ деталей цилиндропоршневой группы, а группа газовыводящего тракта меньше подвержена абразивному износу, и, как следствие, увеличивается надежность топливной аппаратуры, так как отсутствует коксование отверстий распылителей форсунок.

Но, несмотря на удовлетворительные показатели работы двигателя на ВТЭ, массовому применению эмульсий препятствует недостаточная их ста-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:29

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Состав ВТЭ и результаты испытаний ее стабильности

Компонент эмульсии и ее показатель	Содержание компонента, масс. % в эмульсии			
	1	2	3	4
Диэтаноламид олеиновой кислоты	1,640	1,640	3,120	4,230
Диэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты	0,500	0,770	0,960	1,420
Диэтаноламин	0,850	1,440	1,500	2,030
Моноэфир олеиновой кислоты и диэтаноламина	0,800	1,200	1,250	1,570
Олеат натрия	0,190	0,150	0,100	0,080
Вода	10	15	20	25
Дизельное топливо	Остальное			
Стабильность, мес.	18	18	15	14

бильность, т.е. они склонны к расслоению с течением времени на дизельное топливо и воду. Основными причинами этого являются сложность подбора или дороговизна разработки эмульгаторов и трудности при выборе способа обработки эмульсий.

Для решения данной проблемы были проведены теоретические и экспериментальные исследования [7], которые включали разработку состава ВТЭ и сравнительные испытания работы дизельного двигателя на дизельном топливе и ВТЭ.

С целью повышения стабильности ВТЭ был разработан состав ВТЭ, содержащей дизельное топливо, воду и эмульгаторы, который остается стабильным в течение нескольких месяцев [8]. Результаты испытаний стабильности ВТЭ представлены в таблице.

Сначала происходила подготовка эмульгатора, далее процесс смешения его с дизельным топливом и водой, и затем обработка в гомогенизаторе. После этого осуществлялось наблюдение за стабильностью ВТЭ как визуальным способом, так и с помощью приборов. Один раз в неделю производился анализ дисперсности ВТЭ под микроскопом. ВТЭ считалась стабильной, если ее дисперсность составляла 3–5 мкм.

Назначение компонентов эмульсии: диэтаноламид олеиновой кислоты является поверхностно-активным веществом и обеспечивает дробление капель; диэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты регулирует оптимальный гидрофильно-липофильный баланс эмульгатора; диэтаноламин облегчает получение микроэмульсии; моноэфир олеиновой кислоты и диэтаноламина улучшает стабильность эмульсии, сокращает расход эмульгатора; олеат натрия является поверхностно-активным веществом и повышает стабильность эмульсии.

В результате был разработан состав ВТЭ, обеспечивающий ее стабильность в течение 14–18 мес. в зависимости от массового содержания в ней компонентов, в то время как стабильность эмульсий-аналогов составляет 8–12 мес. Отмечено, что применение гомогенизаторов для обработки эмульсий дает значительный эффект в отношении получения высокодисперсных фаз по сравнению с механической обработкой.

Также предложено устройство для дополнительной обработки ВТЭ в топливной системе дизельных двигателей [9]. Общая схема устройства представлена на рис. 1. Топливная система дизеля содержит топливный насос *1* высокого давления, соединенный с форсункой *5* при помощи топливо-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:29

Color profile: Disabled
Composite Default screen

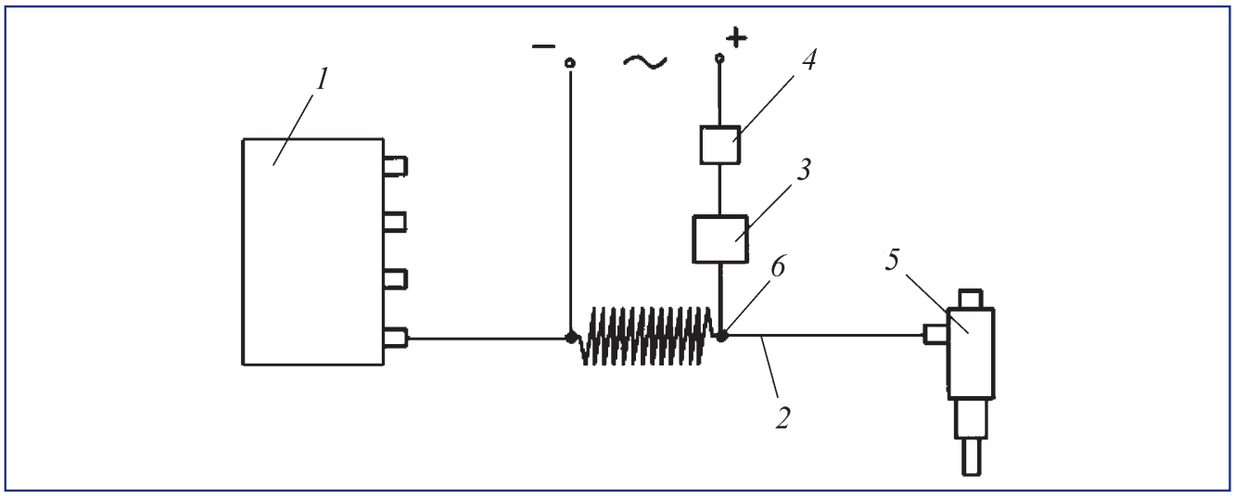


Рис. 1. *Схема топливной системы дизеля*

провода *2* высокого давления, включающего нагревательный элемент *6*. Нагревательный элемент *6* соединен с регулятором температуры нагрева *3* и предохранителем *4*. Устройство состоит из топливопровода *2* высокого давления, выполненного в форме спирали, обернутого изолирующим материалом *7*, в котором расположен нагревательный элемент *6*, включенный в электрическую цепь с регулятором *3* температуры нагрева и предохранителем *4*.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Водотопливная эмульсия подается топливным насосом *1* высокого давления в форсунку *5* через трубопровод *2* высокого давления, имеющего спиралевидную форму (число витков спирали зависит от свойств водотопливной эмульсии). Водотопливная эмульсия, проходящая по спирали подогревается нагревательным элементом *6* до требуемой температуры на выходе и подается в форсунку *5* (температура нагрева зависит от свойств водотопливной эмульсии). Во избежание перегрева водотопливной эмульсии в электрическую цепь с нагревательным элементом *6* включен регулятор *3* температуры нагрева и предохранитель *4*.

Результаты испытаний дизеля Д-245 при работе на дизельном топливе и ВТЭ разработанного состава с концентрацией в ней воды 20 % представлены на графических зависимостях (рис. 2–5).

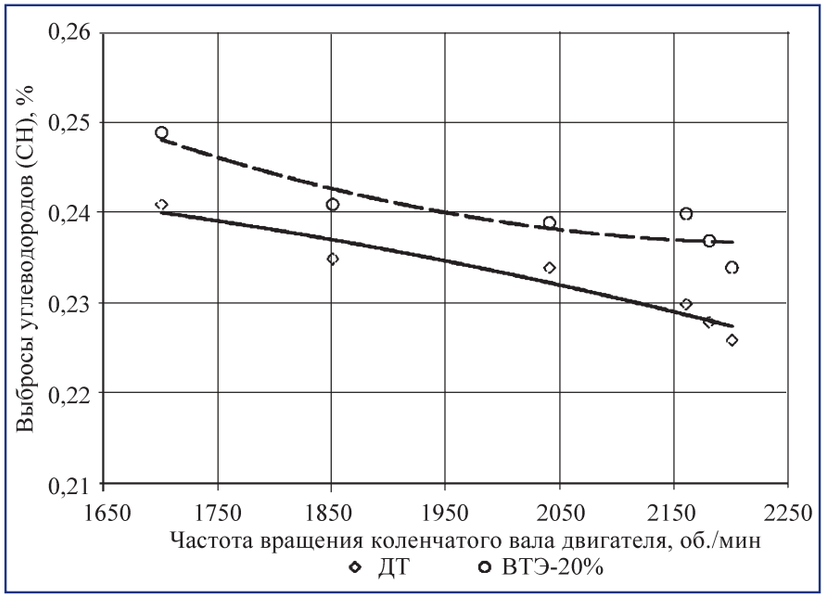


Рис. 2. *Изменение уровня выбросов углеводородов уровня выбросов углеводородов*

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:30

Color profile: Disabled
Composite Default screen

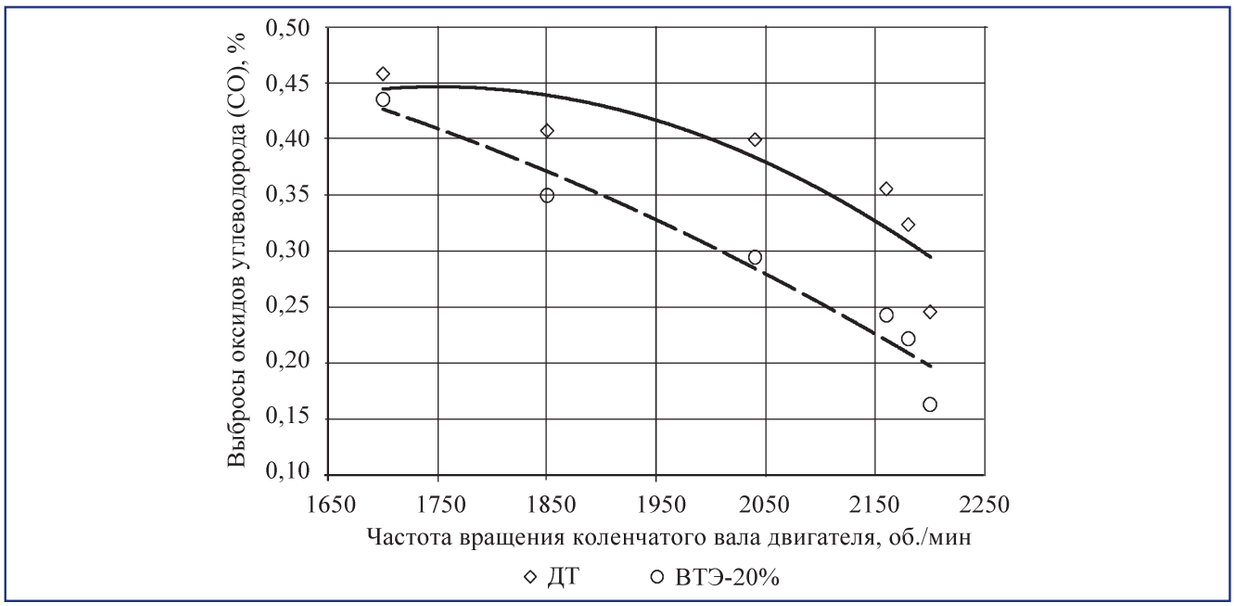


Рис. 3. *Изменение уровня выбросов оксидов углерода*

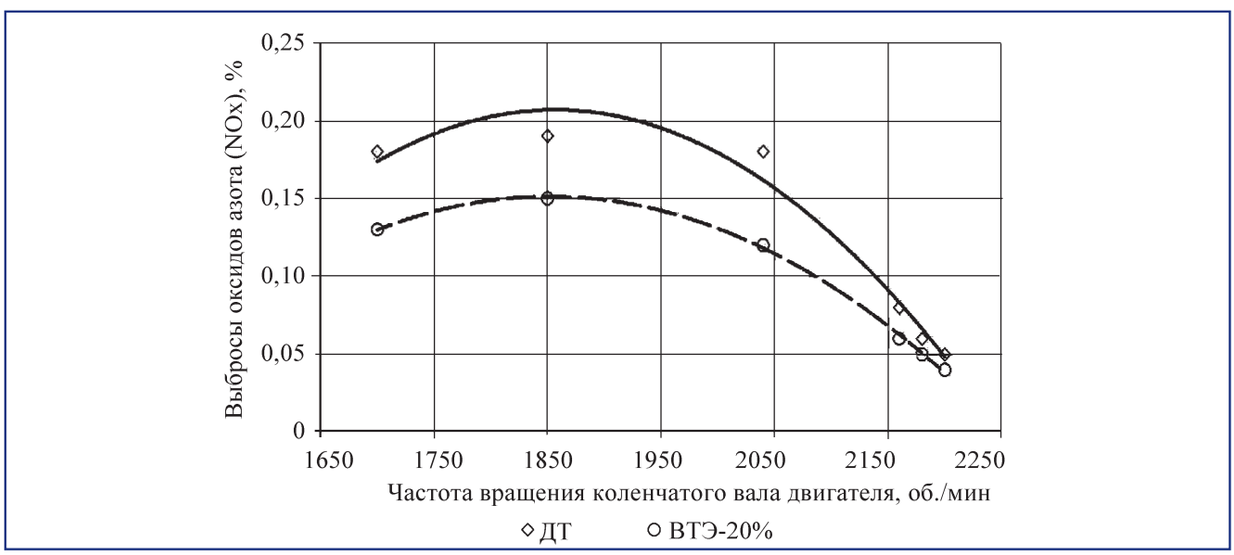


Рис. 4. *Изменение уровня выбросов оксидов азота*

Перевод двигателя с дизельного топлива на ВТЭ позволяет значительно снизить дымность отработавших газов, выбросы оксидов азота и углерода. Выбросы углеводородов, напротив, во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя возрастают. Выбросы оксидов углерода при работе двигателя с большими нагрузками практически одинаковы.

В заключение необходимо отметить, что водотопливная эмульсия является эффективным средством улучшения качества смесеобразования и интенсификации процесса горения топлива в дизелях, особенно в двигателях с неудовлетворительным техническим состоянием. Применение ВТЭ позволяет улучшить экологические показатели дизеля, снизить содержание вредных веществ в ОГ, снизить теплонапряженность деталей цилиндропоршневой группы, раскоксовывать распыливающие отверстия форсунок, сократить угар смазочного масла, снизить температуру отработавших газов, а значит улучшить ресурсные показатели дизеля. ВТЭ сгорает быстрее, чем дизельное топливо, качественно изменяются процессы горения по причине мелкодисперсного состава эмульсии, уве-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:30

Color profile: Disabled
Composite Default screen

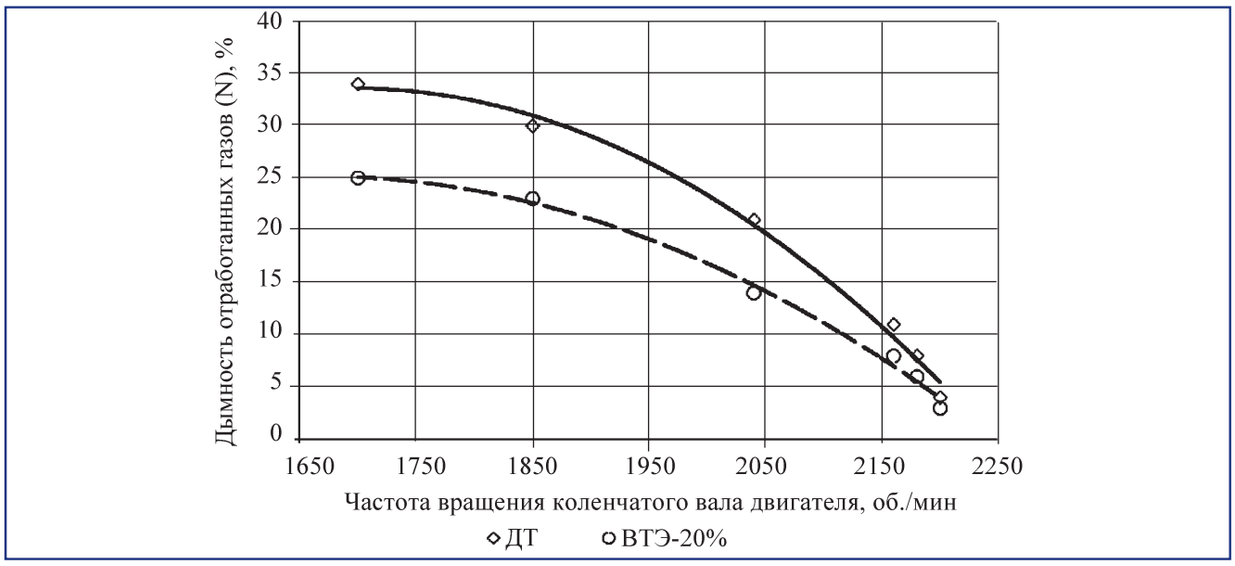


Рис. 5. *Изменение уровня дымности отработавших газов*

личения поверхности горения частиц и хорошего перемешивания с воздухом. Сокращение времени горения капель ВТЭ улучшает полноту сгорания топлива и уменьшает отложение сажи (нагара) на рабочих поверхностях. Частичная разборка двигателя после его наработки в течение 60 моточасов показала, что происходит удаление нагарообразования в ЦПГ, которое можно наблюдать визуальным способом. Для дизелей с объемно-пленочным смесеобразованием, отработавших назначенный ресурс, процесс сгорания ВТЭ происходит с более высоким индикаторным КПД по сравнению с дизельным топливом.

В результате проведенных исследований установлено, что для устойчивой работы дизеля и обеспечения снижения уровня выброса вредных веществ оптимальной является ВТЭ с концентрацией в ней воды 18–20 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кульчицкий А.Р.** Исследование процессов образования и разработка методов снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей внедорожных машин. Автореф. дисс. докт. техн. наук, Владимир, 2006. 36 с.

2. **Корнилов Г.С.** Моделирование процессов образования и выгорания сажевых частиц в дизелях // Автотракторное электрооборудование. 2005. № 1. С. 32–36.

3. **Иванов А.С., Анисимов И.А. Чикишев Е.М.** Корректирование платы за выбросы вредных веществ с отработавшими газами газодизельными автомобилями в низкотемпературных условиях // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2013. № 12 (81). С. 17–20.

4. **Ложкин В.Н.** Комплексное совершенствование рабочих процессов дизелей для улучшения экономических и экологических характеристик // Двигателестроение. 2006. № 3. С. 43–47.

5. **Филиппов А.А.** Оценка экологической опасности автомобиля, работающего на разных видах топлива // Автомобильная промышленность. 2004. № 4. С. 29–30.

6. **Исаков А.Я.** Образование конкурентной фазы при перегревах капель воды малого объема // Горючесмазочные материалы. 2006. № 9.

7. **Старцев А.В., Иванов А.С.** Методика экспериментальных исследований работы дизеля на водотопливной эмульсии // Аграрный вестник Урала. 2009. № 11 (65). С. 123–124.

8. **Иванов А.С.** Патент на изобретение № 2349632 Российская федерация, МПК C10L 1/32. Способ приготовления топливной эмульсии. 2007143006/04; Заявлено 20.11.2007; Опубл. 20.03.2009, Бюл. № 8.

9. **Иванов А.С., Смолин Н.И., Старцев А.В., Морозов О.А.** Патент на полезную модель № 79946 Российская федерация, МПК F02M 31/125. Устройство для обработки водотопливной эмульсии в топливной системе дизельного двигателя. 2007139391/22; Заявлено 23.10.2007; Опубл. 20.01.2009, Бюл. № 2.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:31

Color profile: Disabled
Composite Default screen

УДК 621.436

СОЕВОЕ МАСЛО КАК ТОПЛИВО ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

В.А. Марков, д-р техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана;
С.Н. Девянин, д-р техн. наук, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева;
М.А. Наянова, ст. преподаватель, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Рассмотрена возможность использования смесей нефтяного дизельного топлива и соевого масла в дизеле. Представлены результаты экспериментальных исследований дизеля типа Д-245.12С, работающего на нефтяном дизельном топливе и смесях дизельного топлива и соевого масла. Предложена методика оптимизации состава смесей нефтяного дизельного топлива и соевого масла. Проведены оптимизационные расчеты. Рассчитан оптимальный состав смесевого биотоплива.

Ключевые слова: дизельный двигатель; нефтяное дизельное топливо; соевое масло; смесевое биотопливо; оптимизация.

SOYBEAN OIL AS A FUEL FOR DIESEL ENGINES

Markov V.A., Devyanin S.N., Naijanova M.A.

The possibility of using mixtures oil diesel fuel and soybean oil for diesel engine is considered. The results of experimental research on a D-245.12S diesel engine are demonstrated, with the engine running on oil diesel fuel and mixtures diesel fuel and soybean oil. Method of optimization of oil diesel fuel and soybean oil mixtures composition are suggested. Optimization calculations are conducted. Optimal composition of biofuel mixture is calculated.

Keywords: diesel engine; oil diesel fuel; soybean oil; biofuel mixture; optimization.

Альтернативные моторные топлива находят все большее применение на транспорте и в сельском хозяйстве. В Европе к 2020 г. планируется перевести около четверти автомобильного парка на альтернативные топлива [1]. Необходимость широкого использования альтернативных топлив обусловлена истощением мировых запасов нефти, нарастающим дефицитом нефтепродуктов и повышением цен на нефтяные моторные топлива. Другой причиной интенсивных поисков альтернативных энергоносителей являются ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей [2, 3].

Среди альтернативных моторных топлив наиболее привлекательными представляются топлива, получаемые из возобновляемых сырьевых ресурсов – биотоплива растительного происхождения [4–6]. Переход от энергетики, базирующейся на ископаемых ресурсах, к энергетике, потребляющей возобновляемое сырье, является одним из основных направлений развития современной экономики. Биомасса и ее отходы относятся к наиболее массовым и универсальным энергетическим ресурсам на Земле. Биомасса зеленых растений суши составляет 2350 млрд т, а ежегодный ее прирост – 130 млрд т, или $4{,}9 \cdot 10^{21}$ Дж энергии, что в десять раз превышает ежегодный расход энергии человечества. При этом российский агропромышленный комплекс, имея 11 % от всей площади плодородных пахотных земель, ежегодно производит около 260 млн т сухого вещества и отходов сельскохозяйственного производства, в том числе 150 млн т в растениеводстве. Государственная программа России по развитию сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. предусматривает дальнейшее развитие биотехнологий – доведение к 2020 г. удельного веса отходов сельскохозяйственного производства, переработанного методами биотехнологий, до 12 %.

Применительно к дизелям автотракторного типа в качестве перспективных энергоносителей рассматриваются топлива, производимые из расти-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:31

Color profile: Disabled
Composite Default screen

тельных масел [4–6]. Это объясняется простотой и экологичностью процесса получения растительных масел, их сравнительно невысокой стоимостью и приемлемой воспламеняемостью в условиях камеры сгорания (КС) дизеля. В связи с этим возможна работа дизелей на указанных биотопливах без существенных конструкционных изменений двигателей и их систем.

Источником растительных масел служат масличные культуры, в разных частях которых, главным образом в семенах или плодах, содержатся растительные жиры. К масличным относится более 150 видов растений, из которых вырабатываются растительные масла. Масличные культуры содержат следующее количество растительных масел (в % на абсолютно сухое вещество): соя – 15–26 %, рапс – 40–50 %, подсолнечник – 29–57 %, лен масличный – 35–52 %, горчица – 20–45 %, арахис – 41–57 %, кунжут – 50–56 % [6]. По характеру использования эти растения условно классифицируются на несколько групп. К чисто масличным культурам относят растения, возделываемые с целью получения только масла (подсолнечник, сафлор, кунжут, тунг), а другие получаемые из них продукты являются вторичными. Большую группу составляют белково-масличные культуры, пищевая ценность которых обусловлена не только липидной частью (жирами), но и богатым содержанием белка (соя, арахис). Прядильно-масличные растения, выращиваются как для получения масла, так и для производства волокон (хлопчатник, лен, конопля). Эфирно-масличные растения в своих семенах наряду с жирными маслами содержатся эфирные масла (кориандр, эвкалипт). Культивируются также пряно-масличные растения (горчица) и масличные растения, используемые в косметике и медицине (касторовое масло, получаемое из клещевины). В зависимости от целей выращивания масличной культуры она может быть отнесена к различным из перечисленных групп. Например, рапс выращивается как с целью получения масла (чисто масличная культура), так и для производства шрота – высокобелкового корма для крупного рогатого скота (белково-масличная культура). Наряду с семенами масличных растений для извлечения масла используют маслосодержащие части семян немасличных растений – зародыши пшеницы, кукурузы, риса, плодовые косточки (например, виноградные) и др.

Растительные масла классифицируют также по происхождению сырья (масла из семян или из мякоти плодов), по консистенции при 20 °С (жидкие, твердые, мазеобразные), по способности полимеризоваться в присутствии кислорода (высыхающие, полувысыхающие, невысыхающие). По методу извлечения из жиросодержащего сырья (прессовые или экстакционные). Выбор схемы переработки масличных культур и состав технологического оборудования обусловлен физико-механическими свойствами семян, их природой, назначением извлекаемого масла. Совокупность операций составляет технологические схемы производства растительных масел, которые можно разделить на две основные группы: схемы, завершающиеся прессованием, и схемы, завершающиеся экстракцией. На основе этих двух способов разработаны следующие технологические схемы производства растительных масел [6]:

– однократное прессование;

– двукратное прессование – извлечение масла путем предварительного отжима (форпрессования) с последующим окончательным отжимом (экспелированием);

– холодное прессование – извлечение масла из сырья без предварительной влаготепловой обработки;

– форпрессование-экстракция – предварительное обезжиривание маслосемян путем форпрессования с последующим извлечением остатков масла путем экстракции бензином, гексаном, этанолом;

– прямая экстракция – экстракция растворителем без предварительного обезжиривания. Извлеченные экстракцией остаточные масла обычно используются для технических целей, в частности – для производства биотоплива.

При классификации по методам очистки и переработки масла подразделяются на нерафинированные, гидратированные, рафинированные, отбелённые, дезодорированные, переэтерифицированные, вымороженные и т.д.

Масличные культуры занимают значительное место в сельскохозяйственном производстве, причем вырабатываются как пищевые растительные масла, так и используемые для различных технических целей. Наиболее значимы такие виды масел, как пальмовое, соевое, рапсовое, подсолнечное, кукурузное и др. (рис. 1) [6]. Начиная с 2004–2005 гг. лидером на мировом рынке стало пальмовое и пальмоядровое масло. Второе место по объемам производства занимает соевое масло.

В последние годы рынок растительных масел отличался высоким динамизмом. К 2000 г. мировой объем их ежегодного производства достиг 80 млн т, а к 2013 г. он вырос до 150 млн т, причем суммарное производство трех видов масел – соевого, рапсового и подсолнечного – составило около 80 млн т в год (рис. 2, *а*) [7]. К ведущим производителям сои относятся США, Бразилия, Китай и Ар-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:31

Color profile: Disabled
Composite Default screen

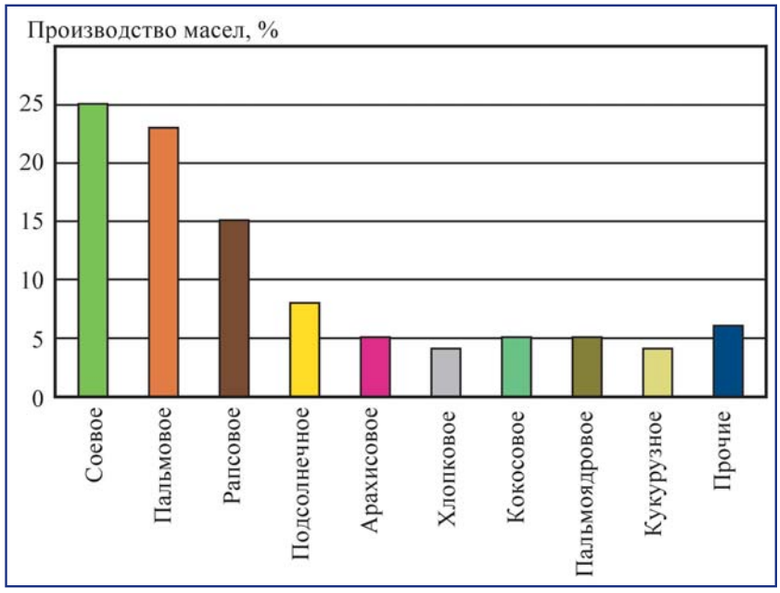


Рис. 1. *Диаграмма мирового производства основных видов растительных масел (данные 2006 г.)*

гентина. Рапс выращивается в Западной и Центральной Европе (Австрии, Германии, Франции, Чехии, России), некоторых районах Азии (в первую очередь – в Китае и Индии) и Канаде. Подсолнечник культивируют в России, Украине, Испании, Австрии, США, Канаде.

Российский рынок растительных масел имеет некоторые особенности. Основными культурами для производства растительного масла в России являются подсолнечник, рапс, соя, кукуруза, лен. При этом в структуре посевных площадей (76325 тыс. га) на долю этих культур приходится: подсолнечник – 6529 тыс. га, рапс – 700 тыс. га, соя – 1481 тыс. га, кукуруза на зерно – 2058 тыс. га, лен – 685 тыс. га. Эти сельскохозяйственные культуры имеют следующие средние по стране урожайности: подсолнечник 13,0 ц/га, рапс – 20,0 ц/га, кукуруза – 42,4 ц/га, соя – 13,1 ц/га, лен – 6,0 ц/га. Их годовой валовый сбор составляет: подсолнечник – 7993 млн т, рапс – 1400 млн т, кукуруза – 8213 млн т, соя – 1806 млн т, лен (семена) – 411 млн т. В результате страна производит около 1,890 млн т растительного масла, в том числе около 360 тыс. т соевого.

Таким образом, наиболее распространенным в России остается подсолнечное масло (рис. 2, *б*) [8], объем его производства составляет около 70 % от общего объема производства растительных масел. В 2000 г. в нашей стране под этой сельскохозяйственной культурой было занято около 4,6 млн га, а валовой сбор семян подсолнечника составил около 4 млн т при средней урожайности 9 ц/га [6]. Сегодня производство подсолнечного масла в России достигло уровня 3 млн т в год. Соевое и рапсовое масла пока вырабатываются в существенно меньших объемах, но налицо тенденция увеличения их производства. Если в 2007 г. его было произведено лишь около 50 тыс. т, то в 2012 г. – уже 320 тыс. т, т.е. за пять лет производство этого вида растительного масла возросло более чем в шесть раз.

По урожайности соя, рапс и подсолнечник весьма схожи: с 1 га посевных площадей собирают до 3 т семян рапса, 1,6–2,7 т бобов сои, 2,4–3,2 т семян подсолнечника [6]. На мировом рынке цена на соевое масло немного ниже, чем на рапсовое и подсолнечное (в конце 2010 г. на рынке Северной Европы эти цены составляли соответственно 1300, 1400 и 1450 долл. США за тонну) [9]. В мировом земледелии соя занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы, риса и первое среди зерновых бобовых культур. Она возделывается на площади 91,4 млн га, при этом валовой сбор зерна достигает 209,6 млн т. Благодаря растущему спросу на высокобелковое и масличное сырье, расширению объемов использования на кормовые, пищевые, медицинские, технические цели, высокому уровню рентабельности темпы производства сои продолжают увеличиваться, опережая другие культуры [9]. Уникальность этой сельскохозяйственной культуры заключается в том, что наряду с высоким содержанием белка (до 50 %, в среднем – 40 %) соя способна накапливать в своих бобах до 27 % масла (в среднем около 20 %). Хотя сою выращивают главным образом ради белка, и она не так богата маслом, как другие масличные культуры (масличность семян рапса составляет 40–50 %), общий объем продаж соевого масла на мировом рынке превосходит объем продаж подсолнечного и рапсового масел вместе взятых. Это объясняется тем, что соевого белка вырабатывается так много, что в процессе его получения образуется большое количество побочного продукта – соевого масла, которое заполняет мировой рынок жиров.

Соя – теплолюбивая культура. Родина ее Юго-Восточная Азия. Оптимальная температура для прорастания семян и появления всходов – 12–14 °С, для роста и развития 21–23 °С, созрева-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:37

Color profile: Disabled
Composite Default screen

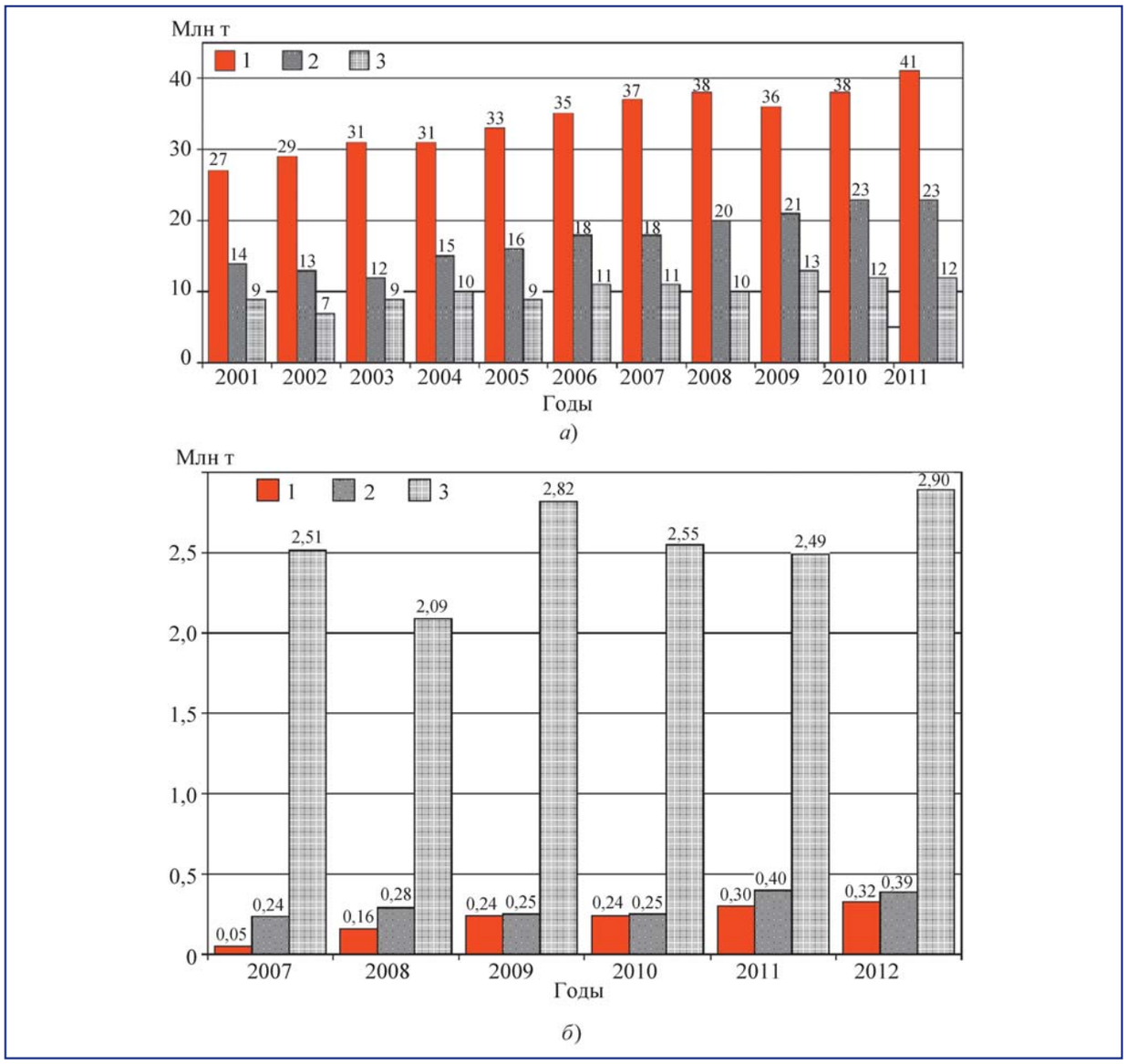


Рис. 2. *Динамика производства соевого (1), рапсового (2) и подсолнечного (3) масел:*
а – в мире; *б* – в России

ния – 19–20 °С. Следует отметить, что всходы сои сортов северного экотипа появляются при температуре 8–10 °С и переносят кратковременные заморозки до –6 °С, при этом для роста, развития и созревания растений достаточно температуры 19–20 °С. Соя сравнительно засухоустойчивая культура, однако при набухании и прорастании семян, а также в период от цветения до налива семян предъявляет повышенные требования к влагообеспеченности. Лучшими для сои являются почвы с рыхлым пахотным горизонтом, с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной, хорошо обеспеченные фосфором и калием, основными микроэлементами. Это, прежде всего черноземы, серые лесные почвы и окультуренные дерново-подзолистые почвы.

Вид культурной сои – *G. hispida (Moench) Max.* = = *G. max (L.) Merill.* – характеризуется большим полиморфизмом и включает 6 подвидов: полукультурный – *ssp. grasilis (Skv. pro species) Enk.*, индийский – *ssp. indica Enk.*, китайский – *ssp. chinensis Enk.*, корейский – *ssp. korajensis Enk.*, маньчжурский – *ssp. manschurica Enk.* и славянский – *ssp. slavonika Rov. et Pinz.* Большинство сортов США, Канады, Китая, Японии, Дальнего Востока относятся к манчжурскому подвиду сои. Российские

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:49

Color profile: Disabled
Composite Default screen

сорта принадлежат главным образом к маньчжурскому и славянскому подвидам.

Обладая высокой адаптационной способностью, соя хорошо растет в странах, как с жарким, так и с умеренным климатом. В настоящее время ее возделывают в 68 странах мира от 42-й параллели в южном полушарии до 56-й – в северном. Основные производители и экспортеры сои – США (65 млн т в год), Бразилия (25 млн т), Китай (14,8 млн т), Аргентина (13,4 млн т), Индия (4 млн т). Главные импортеры – страны ЕС, Азия, Океания, Латинская Америка.

В России сою возделывают на площади 1206 тыс. га, валовой сбор зерна составляет 1447 тыс. т, средняя урожайность составляет 1,2 т/га. Наибольшие посевные площади под сою отведены в Дальневосточном федеральном округе (710,4 тыс. га, валовый сбор – 817,0 тыс. т), Южном федеральном округе (179,9 тыс. га, валовый сбор – 232,1 тыс. т), Центральном федеральном округе (162,8 тыс. га, валовый сбор – 91,2 тыс. т) [4, 10, 11].При этом сохраняется тенденция к увеличению посевных площадей. Предусмотрено также строительство предприятий для переработки сои на пищевые, кормовые и технические цели. В России районировано более 100 сортов отечественной и зарубежной селекции. Необходимо дальнейшее продвижение посевов сои на север Черноземья и юг Нечерноземья, что требует размножения семян новых сортов, в том числе северного экотипа и разработки оптимальной технологии ее выращивания [11, 12]. В России создание сортов сои северного экотипа позволило существенно расширить ареал возделывания культуры до 56° северной широты, увеличить площади посева до 1,5 млн га, валовой сбор зерна до 2,0 млн т, сбор масла до 400 тыс. т. Исследования показали, что возделывание сои северного экотипа экономически оправдано и в условиях Московской области [12].

Россия, расширяя культивирование сои, может не только обеспечить все свои потребности в сельхозпродукции, но и сама стать крупнейшим в мире экспортером продуктов питания и биотоплива. Уже сегодня на европейской территории страны можно достичь урожайности сои на уровне 2,5–3 т/га. По экспертным оценкам для удовлетворения потребностей России в сырьевых ресурсах для производства биотоплива необходимо производить 10 млн т сои, что потребует использования пахотных земель площадью около 4,5 млн га и значительного повышения урожайности этой культуры.

Соевое масло (СМ) широко применяется в пищевой промышленности для производства различных продуктов питания. Высокая температура начала дымообразования СМ позволяет использовать его в качестве фритюрного масла. Вместе с маслом из семян сои извлекают лецитин, который применяется в кондитерской и фармацевтической промышленности. Соевое масло используется и для обогащения кормов при приготовлении комбикормовых смесей для крупного рогатого скота, птицы, других животных.

Расширяется применение соевого масла для производства биотоплив. Так, в США использование соевого масла на промышленные цели в только в 2003–2006 гг. увеличилось в 4,5 раза и составило 12 % от общего его производства. В основном, оно расходовалось, для производства биодизельного топлива (метилового эфира соевого масла). Для этой же цели можно использовать и генетически модифицированную сою, что позволяет повысить урожайность сои и способность ее устойчивого вызревания на территориях с ограниченными тепловыми ресурсами.

Свойства растительных масел зависят от состава и строения жиров, которые в свою очередь определяются видом растения. Основой всех жиров являются полные сложные эфиры глицерина и высших алифатических кислот [13, 14]. Многие высшие алифатические кислоты впервые были выделены именно из жиров, поэтому в литературе их часто называют "жирными" кислотами. В составе сложного эфира одна молекула глицерина $C_3H_5(OH)_3$ связана с остатками трех жирных кислот (рис. 3), поэтому эти соединения называют триацилглицеридами (старое название триглицериды). Массовая доля триацилглицеридов в жирах составляет 93–98 %. Остальные вещества, растворенные в жире и попавшие в него в процессе выработки масел, называются сопутствующими. Растительные масла содержат, в основном, жирные кислоты с четным числом атомов углерода (например, C_{14}, C_{16}, C_{18} и др.). При этом в состав растительных масел входят как ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая и др.), так и насыщенные жирные кислоты (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая и др.). Молекулы насыщенных жирных кислот не имеют двойных связей, а в ненасыщенных жирных кислотах присутствуют одна-три двойные связи. Жирнокислотный состав масла масличных культур России приведен в табл. 1. Сравнение жирнокислотного состава подсолнечного и соевого масел дано в табл. 2 [15].

При использовании растительных масел в качестве дизельного топлива желательно, чтобы из входящих в состав масел непредельных жирных ки-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:49

Color profile: Disabled
Composite Default screen

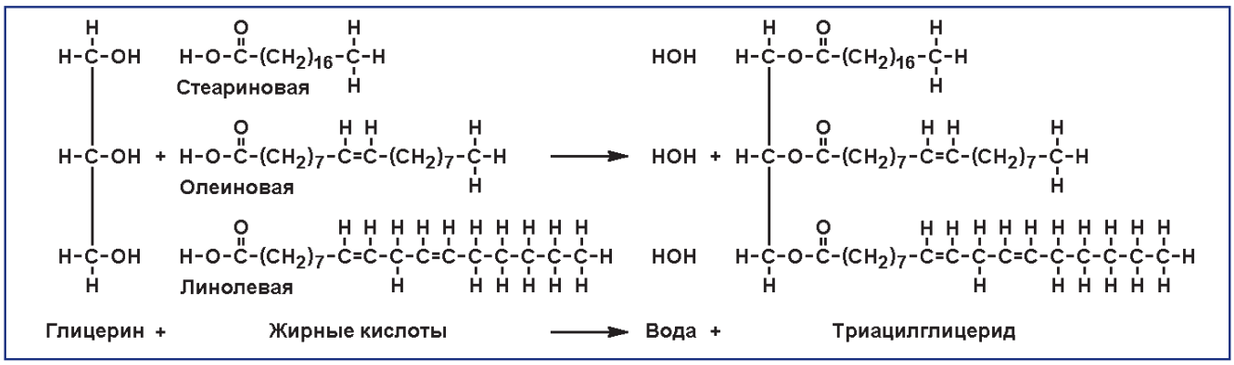


Рис. 3. Схема образования триацилглицеридов, входящих в состав растительных масел

слот преобладали олеиновая и линолевая жирные кислоты, отличающиеся от линоленовой кислоты сравнительно высокой окислительной стабильностью. В связи с этим соевое масло может применяться как добавка к нефтяному дизельному топливу. Вместе с тем, жирнокислотный состав соевого масла несколько отличается от аналогичного состава наиболее распространенного в России подсолнечного масла – оно содержит в своем составе больше, чем в подсолнечное масло линоленовой

Таблица 1

Жирнокислотный состав (содержание непредельных жирных кислот) масла основных масличных культур России

Культура	Содержание жира, %	Содержание жирных кислот в масле		
		Олеиновая	Линолевая	Линоленовая
Соя	До 27	17–30	48–60	4–11
Рапс	До 50	8–60	11–24	5–13
Подсолнечник	До 60	14–40	48–74	До 0,3
Кукуруза	До 40 (в зародыше)	20–45	34–66	До 2,0
Лен	До 52	13–36	8–30	30–67

Таблица 2

Сравнение жирнокислотного состава подсолнечного и соевого масел

Растительные масла	Массовая доля жирных кислот растительных масел						
	Миристиновая $C_{14}H_{28}O_2$ или С 14:0	Пальмитиновая $C_{16}H_{32}O_2$ или С 16:0	Стеариновая $C_{18}H_{36}O_2$ или С 18:0	Олеиновая $C_{18}H_{34}O_2$ или С 18:1	Линолевая $C_{18}H_{32}O_2$ или С 18:2	Линоленовая $C_{18}H_{30}O_2$ или С 18:3	Эруковая $C_{22}H_{42}O_2$ или С 22:1
Подсолнечное	0–0,2	5,6–7,6	2,7–6,5	14,0–39,4	48,3–74,0	0–0,3	0–0,3
Соевое	0–0,2	8,0–13,5	2,0–5,4	17,0–30,0	48,0–59,0	4,5–11,0	0–0,3

Примечание. После названия жирной кислоты приведены формула состава и условная формула состава, в которой первая цифра соответствует числу атомов углерода, а вторая – числу двойных связей в молекуле.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen

кислоты (4–11 % против долей процента у подсолнечного масла, см. табл. 1 и 2). Но уже создана трансгенная соя с высоким содержанием олеиновой кислоты (до 80–90 %) и низким до 6 % – насыщенных и полиненасыщенных (в частности, линоленовой кислоты с тремя двойными связями) жирных кислот. Такое высокоолеиновое масло обладает индексом окислительной стабильности в 12 раз большим, чем у обычного соевого масла, а также лучшими вязкостно-температурными характеристиками, что делает его высокоэффективным сырьем для производства биотоплива. Низкое содержание полиненасыщенных жирных кислот в этом масле снижает также эмиссию окислов азота.

Свойства растительных масел зависят от того, остатки каких высших алифатических кислот входят в состав триацилглицеридов. Чем больше доля предельных кислот, содержащих только простые одинарные связи, тем выше температура кипения и плавления такого масла, тем ближе оно по консистенции к твердым жирам (масло какао, пальмовое масло), тем ниже его реакционная способность в реакциях полимеризации и окисления. Присутствие в составе триацилглицеридов преимущественно непредельных высших кислот, содержащих одну или несколько двойных связей, снижает температуры кипения и плавления масел, но увеличивает их реакционную способность. Следует также отметить, что разные виды, а также сорта масличных культур одного вида могут давать масла различных типов, в зависимости от условий выращивания.

Жидкие растительные масла уже применяются в качестве дизельных топлив [1, 5, 6]. Однако очень высокие йодные числа некоторых масел свидетельствуют о присутствии в их составе значительных количеств эфиров линоленовой кислоты, что способствует протеканию реакции полимеризации и может привести к изменениям в структуре масла во время хранения. В связи с этим для использования в качестве моторных топлив более предпочтительны масла, главными непредельными кислотами которых являются олеиновая и линолевая. В табл. 3 приведены некоторые физико-химические свойства растительного масла и товарного летнего дизельного топлива (ДТ) [6, 16, 17].

По данным табл. 3 следует отметить, что по своим физико-химическим свойствам растительные масла заметно отличаются от нефтяного ДТ. Цетановое число растительных масел, характеризующее его самовоспламеняемость в КС дизеля, несколько ниже. Кроме того, растительные масла заметно отличаются от нефтяного ДТ и по фракционному составу. Температура начала кипения масел очень высока (около 280–300 °С), при атмосферном давлении разогнать его на отдельные фракции не представляется возможным из-за термического разложения масла. На режимах с низкой нагрузкой (в том числе – на режимах холостого хода) температура поршней дизеля снижается. Растительное масло, попадающее на поршень и имеющее высокую температуру кипения, в этом случае не испаряется и не воспламеняется при смешивании с воздухом или же сгорает не полностью. Несгоревшее топливо поршневыми кольцами перемещается вниз по гильзе цилиндра, попадает в картер и смешивается со смазочным маслом. В результате моторное масло разбавляется попадающим в него растительным маслом, что может привести к образованию в картере резинообразной субстанции и выходу дизеля из строя. Поэтому в дизелях, работающих на чистых растительных маслах, приходится чаще менять моторное масло. Из-за указанных причин наиболее распространенные в настоящее время дизели с непосредственным впрыскиванием топлива (с неразделенной КС) нежелательно длительно эксплуатировать на чистых растительных маслах. Еще одним недостатком использования чистых растительных масел в этих двигателях являются коксовые отложения на форсунках (коксование распыливающих отверстий форсунок), поршнях и поршневых кольцах. В предкамерных и вихрекамерных дизелях длительная работа на растительных маслах возможна, так как при этом масло дополнительно подогревается в этих камерах перед его воспламенением в основной камере, что способствует лучшему смешиванию с воздухом и более полному сгоранию. По этим же причинам преимущества имеют и дизели с полуразделенными КС в поршне (например, дизели с камерой типа ЦНИДИ), в которых топливо впрыскивается не в открытую камеру, а в камеру в поршне.

Одной из серьезных проблем использования растительных масел в качестве топлива для дизелей является повышенная вязкость растительных масел – она на порядок выше, чем у нефтяного ДТ. Эта характеристика определяет качество распыливания топлива, смесеобразования и последующего сгорания. Вязкость растительного масла может быть понижена его нагреванием (особенно при низких температурах) или разжижением путём добавления в него менее вязкого нефтяного ДТ.

Следует также отметить, что теплотворная способность растительных масел несколько ниже, чем у нефтяного ДТ, поскольку молекулы этих масел содержат значительное количество атомов кисло-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 3

Физико-химические свойства нефтяного ДТ и растительных масел

Наименование показателя	ДТ по ГОСТ 305–82	Растительные масла
Цетановое число	Не ниже 45	35–40
Плотность при 20 °С, кг/м^3	Не более 860 (840)	900–960
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм^2/с	3,0–6,0 (1,8–5,0)	58–92
Фракционный состав, °С:		
температура начала кипения	н/н, 160–170	Около 300
50 %	Не выше 280	Перегоняется с разложением
96 %	Не выше 360 (340)	
Температура застывания, °С	Не выше –10 (–35)	От –30 до –1
Температура помутнения, °С	Не выше –5 (–25)	От –15 до –22*
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	Не ниже 40 (35)	Не ниже 180
Теплотворная способность, кДж/кг	н/н, около 43000	37000–40900
Массовая доля серы, %	Не более 0,2	До 0,0008
Массовая доля меркаптановой серы, %	Не более 0,01	Отсутствует
Содержание сероводорода, %	Отсутствует	Отсутствует
Испытание на медной пластине	Выдерживает	Выдерживает
Содержание водорастворимых кислот и щёлочей	Отсутствуют	Отсутствуют
Кислотность, мг КОН/100 см^3	Не более 5	50–90
Йодное число, г йода/100 г	Не более 6	80–180 (8–15**)
Коксуемость, %	Не более 0,3	Не более 0,35
Зольность, %	Не более 0,01	Не более 0,03
Содержание механических примесей	Не более 0,01	Не более 0,03
Содержание механических примесей	Отсутствуют	Отсутствуют
Содержание воды, %	Отсутствует	Отсутствует

Примечание: * – для рапсового и подсолнечного масел; ** – для твёрдых масел; н/н – не нормируется; во втором столбце указаны показатели летнего ДТ (в скобках – зимнего ДТ).

рода (до 12 % по массе, у нефтяного ДТ – 0,4 %). В связи с этим, удельный эффективный расход растительного масла заметно выше, чем расход нефтяного ДТ, при примерно равной эффективности процесса сгорания (примерно равном эффективном КПД двигателя). В табл. 4 представлены высшие и низшие теплоты сгорания некоторых растительных масел [16]. Но указанный удельный

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:50

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 4

Теплота сгорания растительных масел

Теплота сгорания, МДж/кг	Растительные масла					
	Рапсовое	Подсолнечное	Соевое	Арахисовое	Кукурузное	Хлопковое
Высшая	40,2	39,65	39,6	40,9	39,4	39,7
Низшая	37,5	37,05	37,0	38,1	–	–
Примечание: "–" – значения не приведены.						

эффективный расход топлива в значительной степени зависит и от конструктивных особенностей двигателя. В современных предкамерных и вихрекамерных двигателях он особенно велик. Несколько повышен он и в дизелях с полуразделенными КС. Для снижения удельного эффективного расхода топлива двигатели специально дорабатываются для их адаптации к работе на чистых растительных маслах [6]. В двигателях, специально сконструированных для работы на растительных маслах, обычно реализуются мероприятия, способствующие повышению температурного уровня в КС (теплоизоляция поршней, повышение степени наддува и др.) и вихревого движения воздушного заряда [6, 17].

Несмотря на указанные различия физико-химических свойств растительных масел и нефтяного ДТ, эти биотоплива имеют ряд преимуществ. Привлекательность биотоплив объясняется не только возобновляемостью сырьевых ресурсов для их производства, но и возможностью сокращения выбросов в окружающую среду углекислого газа (диоксида углерода) CO_2, поскольку в этом случае осуществляется кругооборот кислорода и углекислого газа в атмосфере. Эта проблема стоит очень остро – в настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млн т углекислого газа, а к 2020 г. ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу достигнут 35 млн т (рис. 4) [6]. Углекислый газ не оказывает непосредственного токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению окружающей среды. При использовании биотоплив как правило улучшаются и показатели токсичности ОГ (выбросы нормируемых токсичных компонентов). Кроме того, растительные масла сами по себе нетоксичны, практически не содержат серы и ароматических углеводородов; быстро разлагаются в естественных условиях.

Следует также отметить, что использование растительных масел в качестве сырья для производства биотоплив практически не оказывает влияния на сектор их производства для пищевых целей. В настоящее время посевные площади, используемые для выращивания сырья для производства биотоплив, не превышают 0,5 % от общей площади мировых посевных площадей [6]. В качестве моторного топлива могут использоваться технические растительные масла, полученные путем экстрагирования семян масличных культур или предварительно отжатого жмыха бензином, гексаном или другими экстрагентами. Для технического использования подходят низкокачественные и просроченные (прогорклые) растительные масла. Значительной сырьевой базой для производства биотоплив являются использованные для жарки

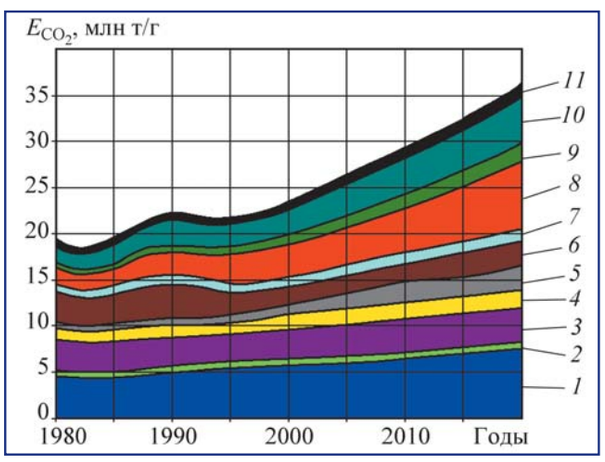


Рис. 4. *Увеличение выбросов в атмосферу диоксида углерода E_{CO_2}, связанных с деятельностью человека в различных регионах мира:*
1 – США; *2* – Канада; *3* – Западная Европа; *4* – Япония и страны тихоокеанского региона; *5* – Латинская Америка; *6* – страны бывшего СССР; *7* – Восточная Европа; *8* – Китай; *9* – Индия; *10* – остальная Азия; *11* – Африка

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

фритюрные масла [18, 19, 20]. Масличные культуры, предназначенные для производства биотоплива, могут выращиваться на территориях, непригодных для производства продуктов питания (в районах с неблагоприятной экологической обстановкой, на участках, прилегающих к автомобильным магистралям и промышленным предприятиям).

По своим физико-химическим свойствам соевое масло близко к другим растительным маслам [6, 21, 22, 23]. В обычных условиях оно имеет плотность от 915 до 930 кг/м^3, кинематическую при 20 °С – от 59 до 72 мм^2/с, температуру застывания – от минус 15 до минус 18 °С. Йодное число соевого масла составляет 125, числом омыления – 190–210. Это масло содержит до 13 % насыщенных и до 87 % ненасыщенных жирных кислот. Среди насыщенных жирных кислот преобладают пальмитиновая и стеариновая, из ненасыщенных кислот – олеиновая (27 %), линолевая (52 %) и линоленовая (8 %). Многие свойства этого масла близки к свойствам нефтяных ДТ, что позволяет использовать его в качестве моторного топлива без внесения существенных изменений в конструкцию двигателя.

В качестве топлива для дизелей возможно применение чистого СМ или его смесей с нефтяным ДТ. Из соевого масла получают метиловый, этиловый или бутиловый эфиры, которые используют в качестве либо самостоятельных топлив, либо в смесях с нефтяными топливами [24–26]. В сельской местности, где отсутствует инфраструктура для производства указанных эфиров, наиболее привлекательным способом применения СМ в качестве моторного топлива представляется работа дизеля на смесях ДТ и СМ с небольшим содержанием последнего [6]. Эти два компонента хорошо смешиваются в любых пропорциях, образуя стабильные смеси.

Известны зарубежные исследования дизелей, работающих на соевом масле и его смесях с нефтяным дизельным топливом, проведенные некоторыми зарубежными двигателестроительными фирмами [6, 27, 28, 29]. Вместе с тем проблема использования соевого масла в качестве экологической добавки к нефтяным топливам для отечественных дизелей является недостаточно изученной. При этом использование в качестве моторного топлива смесей ДТ и СМ с небольшим содержанием соевого масла имеет ряд преимуществ по сравнению с работой дизеля на чистом СМ. В частности, подбором состава этих смесей можно обеспечить их физико-химические свойства, близкие к свойствам нефтяного ДТ.

Для оценки возможности использования соевого масла в качестве экологической добавки к нефтяному ДТ проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) производства Минского моторного завода. Исследовались нефтяное ДТ и его смеси с соевым маслом, содержащие до 20 % СМ. Некоторые свойства этих топлив представлены в табл. 5, а параметры исследуемого дизеля – в табл. 6. На рис. 5 приведена схема камеры сгорания дизеля типа Д-245.12С со схемой расположения форсунки.

Дизель исследован на режимах внешней скоростной характеристики (ВСХ) и режимах 13-режимного испытательного цикла Правил ECE R49 ЕЭК ООН с установочным углом опережения впрыскивания топлива (УОВТ) $\theta = 13°$ поворота коленчатого вала до верхней мертвой точки и неизменным положением упора дозирующей рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД). Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ измерялась с помощью дымомера МК-3 фирмы Hartridge (Великобритания) с погрешностью измерения ±1 %, а концентрации в ОГ оксидов азота NO_x, монооксида углерода СО, легких несгоревших углеводородов CH_x в ОГ – газоанализатором SAE-7532 японской фирмы Yanaco с погрешностями измерения указанных компонентов ±1 %.

На первом этапе исследований проведены испытания дизеля Д-245.12С на режимах ВСХ с максимальной подачей топлива на чистом ДТ и на смеси 80 % ДТ и 20 % СМ. Это смесевое биотопливо имеет физические свойства, близкие к свойствам нефтяного ДТ, но его плотность и вязкость все-таки несколько выше (см. табл. 5). Поэтому при переходе от ДТ к исследуемому смесевому биотопливу отмечено небольшое увеличение часового расхода топлива $G_т$ и некоторое уменьшение коэффициента избытка воздуха α. Однако крутящий момент дизеля и его эффективная мощность изменились незначительно (рис. 6 и табл. 7).

Из-за наличия в молекулах СМ атомов кислорода теплотворная способность смесевого биотоплива оказалась несколько ниже теплотворной способности ДТ. Это привело к тому, что на большинстве исследуемых режимов при использовании смеси 80 % ДТ и 20 % СМ удельный эффективный расход топлива g_e оказался несколько выше, чем при работе на ДТ. В частности, при переходе с ДТ на указанное смесевое биотопливо на режиме максимальной мощности с частотой вращения коленчатого вала $n = 2400$ мин$^{-1}$ удельный эффективный расход топлива g_e увеличился от 248,4 до 253,0 г/(кВт·ч), а на режиме максимального крутя-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:53:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 5

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Свойства	Топлива				
	ДТ	СМ	Смесь 91 % ДТ и 9 % СМ	Смесь 87 % ДТ и 13 % СМ	Смесь 80 % ДТ и 20 % СМ
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830,0	923,0	838,4	842,1	848,6
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм^2/с	3,8	65,0	5,0	6,0	8,0
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	33,0	–	–	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	37 300	42 030	41 820	41 460
Цетановое число	45	38	–	–	–
Температура самовоспламенения, °С	250	310	–	–	–
Температура помутнения, °С	–25	–10	–	–	–
Температура застывания, °С	–35	–18	–	–	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,16	12,38	14,13	14,04	13,93
Содержание, % по массе:					
С	87,0	77,5	86,1	85,8	85,1
Н	12,6	11,5	12,5	12,4	12,4
О	0,4	11,0	1,4	1,8	2,5
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,005	0,182	0,175	0,161

Примечание: "–" – свойства не определялись; для смесей указано объемное процентное содержание компонентов.

щего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ – от 226,2 до 232,2 г/(кВт·ч). Но при этом эффективный КПД дизеля η_e на этих режимах не уменьшился, а на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ даже несколько возрос (см. табл. 7).

Наличие в молекулах СМ атомов кислорода привело к заметному уменьшению дымности ОГ при работе дизеля на исследуемом смесевом биотопливе. Так, на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ переход с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ сопровождался снижением дымности ОГ K_X от 16 до 8 % по шкале Хартриджа, а на режиме максимального крутящего момента при n = = 1500 мин$^{-1}$ – от 43 до 27 % по шкале Хартриджа (см. рис. 6).

На втором этапе исследований дизель испытывался на режимах 13-режимного цикла норм ECE R49. Этот испытательный цикл (рис. 7) включает 13 установившихся режимов: три режима холостого хода с минимальной частотой вращения n = = 0,25–0,3$n_{ном}$ (всего 25 % времени работы), пять нагрузочных режимов (10, 25, 50, 75, 100 % нагрузки) при номинальной частоте вращения $n_{ном}$ и пять нагрузочных режимов (10, 25, 50, 75, 100 % нагрузки) при частоте вращения $n_{M_{max}}$ = = 0,6–0,7$n_{ном}$, соответствующей максимальному крутящему моменту. Доля номинального режима составляет 10 % от общего времени работы, а доля режима максимального крутящего момента – 25 %.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:54

Color profile: Disabled
Composite Default screen

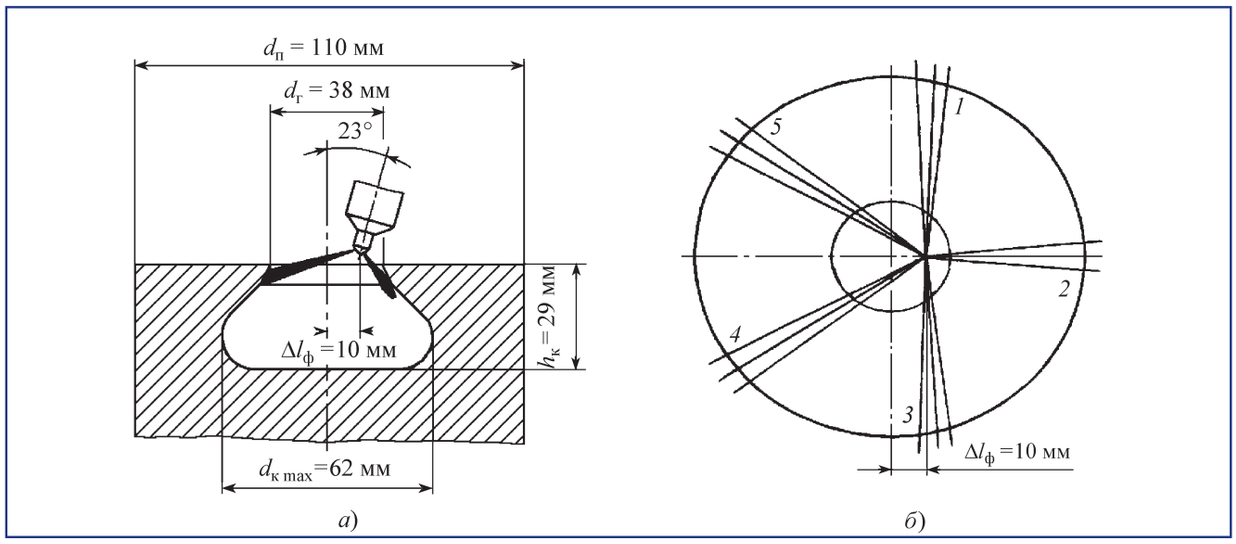


Рис. 5. *Камера сгорания типа ЦНИДИ дизеля Д-245.12С со схемой расположения форсунки (а) и ориентация струй распыливаемого топлива в КС (б):*

1, 2, 3, 4, 5 – номера струй распыливаемого топлива; $d_{к\ max}$ и $h_к$ – максимальный диаметр камеры в поршне и ее глубина; $d_г$ – диаметр горловины КС; $\Delta l_ф$ – смещение форсунки относительно оси КС

Таблица 6

Параметры дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра *D*, мм	110
Ход поршня *S*, мм	125
Общий рабочий объем iV_h, л	4,32
Степень сжатия ε	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения *n*, мин$^{-1}$	2400
Номинальная мощность N_e, кВт	80
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа PP4M10U1f фирмы Motorpal с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:55

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Окончание табл. 6

Параметры	Значение
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов $L_т$, мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО "Куроаппаратура" (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром d_p = 0,34 мм и проходным сечением $\mu_p f_p$ = 0,250 мм^2
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фо}$, МПа	21,5

Результаты экспериментальных исследований дизеля типа Д-245.12С на режимах 13-режимного испытательного цикла ECE R49 представлены на рис. 8. Как отмечено выше, использование рассматриваемого смесевого биотоплива привело к незначительному увеличению часового расхода топлива $G_т$. Так, при переводе дизеля с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ на режиме максимальной мощности при n = = 2400 мин$^{-1}$ величина $G_т$ возросла от 19,84 до 20,15 кг/ч, а на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ – от 13,20 до 13,47 кг/ч (см. рис. 8, *а*).

При использовании смесевого биотоплива имело место заметное снижение концентрации в ОГ оксидов азота C_{NO_x} (см. рис. 8, *б*). Так, перевод дизеля с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ на режиме холостого хода при n = 880 мин$^{-1}$ сопровождался уменьшением концентрации C_{NO_x} от 0,0100 до 0,0080 %, на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ – от 0,0700 до 0,0590 %, на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ – от 0,0605 до 0,0515 %.

На большинстве исследованных режимов при использовании смесевого биотоплива отмечена тенденция снижения содержания в ОГ монооксида углерода C_{CO} (см. рис. 8, *в*). Если на режиме холостого хода при n = 880 мин$^{-1}$ перевод дизеля с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ сопровождался увеличением значения C_{CO} от 0,0240 до 0,0260 %, то на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ концентрация монооксида в ОГ снизилась от 0,0330 до 0,0240 %, а на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ – от 0,0102 до 0,0090 %.

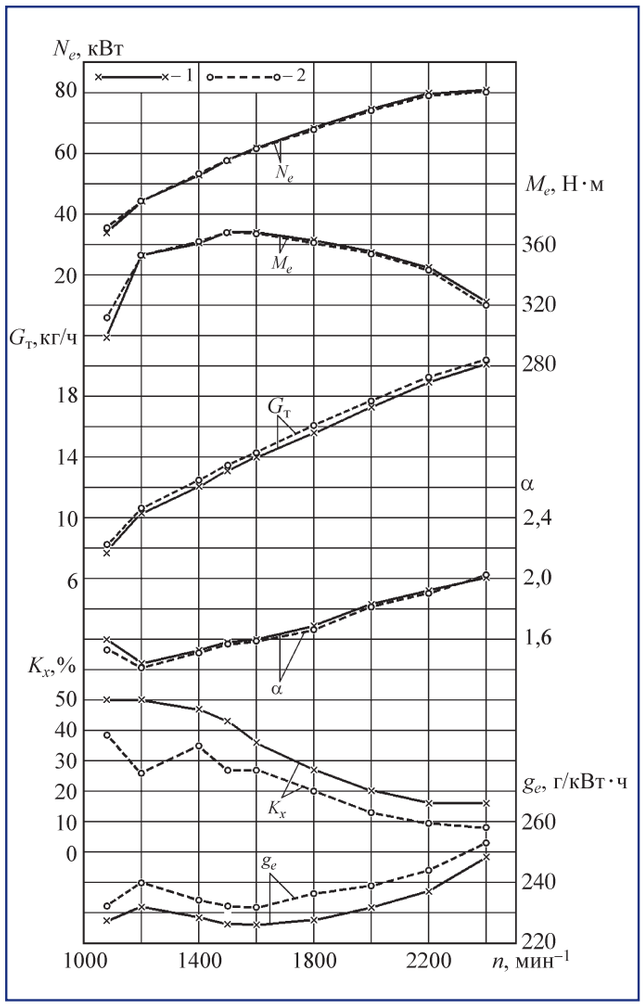


Рис. 6. *Зависимость эффективной мощности N_e, крутящего момента M_e, расхода топлива G_m, коэффициента избытка воздуха α, дымности ОГ K_X и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n коленчатого вала дизеля типа Д-245.12С на режимах ВСХ:*
1 – ДТ; *2* – смесь 80 % ДТ и 20 % СМ

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 7

Показатели дизеля типа Д-245.12С, работающего на нефтяном ДТ и его смесях с соевым маслом

Показатели	Топлива			
	ДТ	Смесь 91 % ДТ и 9 % СМ	Смесь 87 % ДТ и 13 % СМ	Смесь 80 % ДТ и 20 % СМ
Часовой расход топлива $G_т$, кг/ч:				
на режиме максимальной мощности	20,10	20,40	20,19	20,39
на режиме максимального крутящего момента	13,10	13,01	13,09	13,47
Крутящий момент дизеля M_e, Н·м:				
на режиме максимальной мощности	322	320	318	320
на режиме максимального крутящего момента	368	361	362	368
Удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт·ч)				
на режиме максимальной мощности	248,4	253,6	253,1	253,0
на режиме максимального крутящего момента	226,2	229,1	230,9	232,2
Эффективный КПД дизеля η_e:				
на режиме максимальной мощности	0,341	0,338	0,340	0,343
на режиме максимального крутящего момента	0,374	0,374	0,373	0,374
Дымность ОГ K_X:				
на режиме максимальной мощности	16	10	9	8
на режиме максимального крутящего момента	43	31	28	27
Интегральные на режимах 13-режимного цикла эффективные показатели двигателя:				
эффективный расход топлива $g_{e\,усл}$, г/(кВт·ч)	247,97	251,42	252,30	255,15
эффективный КПД $\eta_{e\,усл}$	0,342	0,341	0,341	0,340
Интегральные на режимах 13-режимного цикла удельные массовые выбросы, г/(кВт·ч):				
оксидов азота e_{NO_x}	7,018	5,896	5,815	5,683
монооксида углерода e_{CO}	1,723	1,548	1,492	1,535
несгоревших углеводородов e_{CH_x}	0,788	0,762	0,730	0,715

Применение исследуемого биотоплива оказывает положительное влияние и на концентрацию в ОГ несгоревших углеводородов C_{CH_x} (см. рис. 8, *г*). Наиболее заметно оно на режимах со средними и большими нагрузками. Так, на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ перевод дизеля с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ сопровождался снижением C_{CH_x} от 0,0170 до 0,0130 %, а на режиме максимальной мощности при n = = 2400 мин$^{-1}$ – от 0,0108 до 0,0090 %. Лишь на режиме холостого хода при n = 880 мин$^{-1}$ и на режимах с малыми нагрузками содержание несгоревших углеводородов в ОГ оказалось примерно одинаковым при работе на этих двух видах топлива.

По приведенным на рис. 8 характеристикам содержания в ОГ газообразных нормируемых токсичных компонентов (NO_x, CO, CH_x) с использованием общепринятых методик рассчитаны их интегральные удельные массовые выбросы на режимах 13-режимного цикла ECE R49 (соответственно

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:56

Color profile: Disabled
Composite Default screen

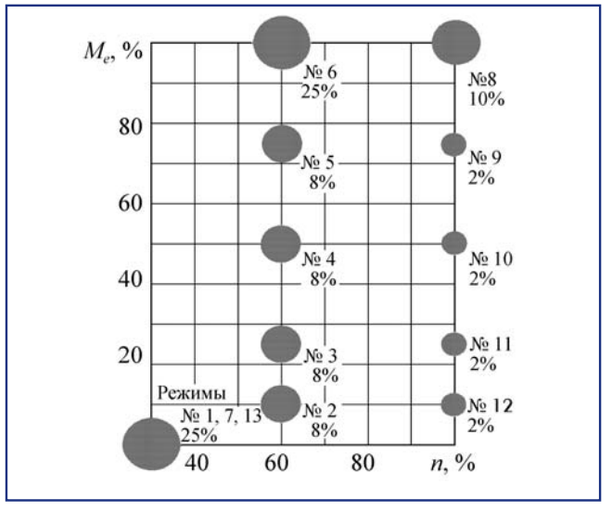


Рис. 7. *Европейский 13-режимный цикл (нормы ECE R49) для оценки токсичности ОГ дизелей общей массой более 3,5 т в стендовых условиях: возле каждого режима указаны его номер и доля работы дизеля на этом режиме в процентах (далее используется эта доля в относительных единицах K_i)*

e_{NO_x}, e_{CO}, e_{CH_x}). При этом на каждом режиме определялись концентрации в ОГ токсичных компонентов (C_{NO_x}, C_{CO}, C_{CH_x}, $C_{ТЧ}$) и рассчитывались их часовые массовые выбросы (E_{NO_x}, E_{CO}, E_{CH_x}, $E_{ТЧ}$). Полученные значения вредных выбросов суммировались за весь цикл по каждому компоненту (с учетом весовых коэффициентов K_i) и затем делением на условную среднюю мощность дизеля за испытательный цикл $\Sigma(N_{ei} \cdot K_i)$ определялись удельные выбросы вредных веществ по формулам [3, 6]:

$$e_{NO_x} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{NO_x i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}, \quad e_{CO} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CO\, i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i},$$

$$e_{CH_x} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{CH_x i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}, \quad e_{ТЧ} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{ТЧ\, i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i}.$$

Оценка эксплуатационного расхода топлива на режимах 13-режимного цикла проведена по среднему (условному) удельному эффективному расходу топлива, который определялся с использованием зависимости [3, 6]

$$g_{e\,усл} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{т\, i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i},$$

где $G_{т\, i}$ и N_{ei} – часовой расход топлива и эффективная мощность двигателя на i-м режиме; K_i – весовой коэффициент режима (доля времени этого режиме). Топливная экономичность дизеля при его работе на исследуемых топливах оценивалась не только удельным эффективным расходом топлива g_e, но и эффективным КПД η_e. Причем, для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-режимного цикла использован условный эффективный КПД, определяемый из соотношения

$$\eta_{e\,усл} = \frac{3600}{H_U\, g_{e\,усл}},$$

где H_U – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг. Результаты расчетов указанных параметров представлены в табл. 7.

Приведенные в табл. 7 данные подтверждают возможность улучшения экологических показателей дизеля типа Д-245.12С при его переводе с ДТ на смесь 80 % ДТ и 20 % СМ. Так, на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента при подаче в КС дизеля смеси 80 % ДТ и 20 % СМ дымность ОГ снизилась на 37–50 % по сравнению с работой на нефтяном ДТ. При испытаниях дизеля на указанной смеси отмечено снижение интегральных на режимах 13-режимного цикла удельных массовых выбросов всех трех газообразных нормируемых токсичных компонентов ОГ (NO, CO, CH_x). Выброс оксидов азота e_{NO_x} уменьшился с 7,018 до 5,683 г/(кВт·ч) – на 19,0 %, выброс монооксида углерода e_{CO} снизился с 1,723 до 1,535 г/(кВт·ч) – на 10,9 %, выброс несгоревших углеводородов e_{CH_x} сократился с 0,788 до 0,715 г/(кВт·ч) – на 9,3 %. При этом условный эффективный КПД $\eta_{e\,усл}$ изменился мало – он уменьшился от 0,342 до 0,340 (см. табл. 7).

Представленные на рис. 6 и 8 характеристики получены при испытаниях дизеля типа Д-245.12С на ДТ и смеси 80 % ДТ и 20 % СМ. Аналогичные характеристики определены и при испытаниях этого дизеля на смесях 91 % ДТ с 9 % СМ и 87 % ДТ с 13 % СМ. По результатам этих исследований определены интегральные на режимах 13-режимного цикла показатели топливной экономичности и удельные массовые выбросы токсичных компо-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:57

Color profile: Disabled
Composite Default screen

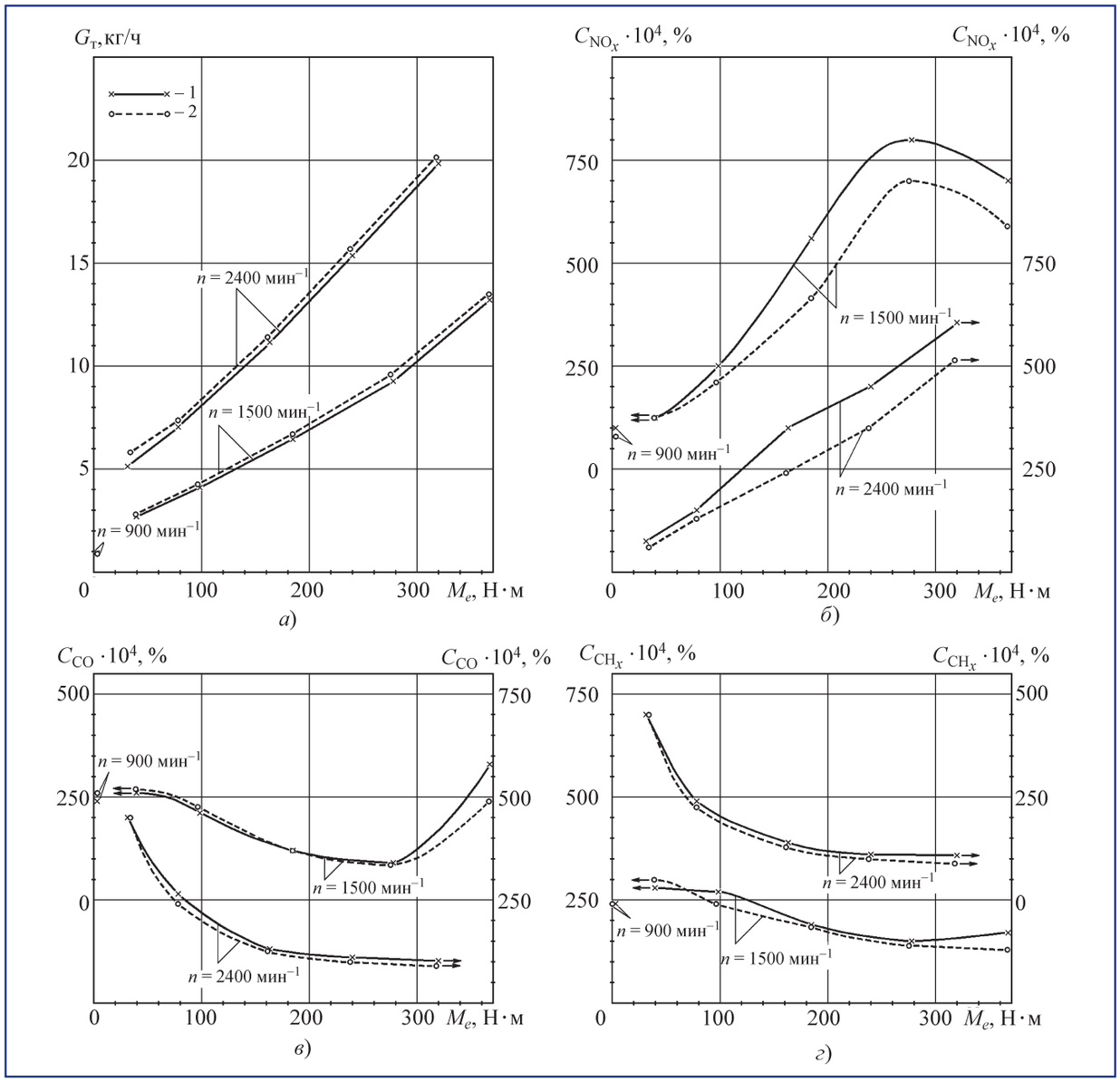


Рис. 8. *Зависимость часового расхода топлива G_m (а), объемных концентраций в ОГ оксидов азота C_{NO_x} (б), монооксида углерода C_{CO} (в) и несгоревших углеводородов C_{CH_x} (г) от частоты вращения n и крутящего момента M_e дизеля типа Д-245.12С при использовании различных топлив:*
1 – ДТ; *2* – смесь 80% ДТ и 20% СМ

нентов ОГ. Результаты проведенных расчетов приведены на рис. 9 и сведены в табл. 7.

В диапазоне изменение содержания СМ в смесевом биотопливе $C_{ПМ}$ от 0 до 20 % отмечено увеличение удельного эффективного расхода топлива g_e, составившее на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента от 4 до 6 г/(кВт·ч), см. рис. 9, *а*. Однако при этом эффективный КПД дизеля η_e изменялся очень незначительно. В рассматриваемом диапазоне изменения $C_{ПМ}$ отмечено значительное снижение дымности ОГ K_X, составившее на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента соответственно 8 и 16 % по шкале Хартриджа (см. рис. 9, *а*).

Полученные значения удельных массовых выбросов токсичных компонентов e_{NO_x}, e_{CO}, e_{CH_x} (рис. 9, *б* и табл. 7), подтверждают их зависимость от концентрации $C_{ПМ}$. При этом отмечено монотонное снижение этих выбросов во всем диапазоне увеличения $C_{ПМ}$. Лишь в диапазоне изменения $C_{ПМ}$ от 13 до 20 % отмечено небольшое увеличение

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:58

Color profile: Disabled
Composite Default screen

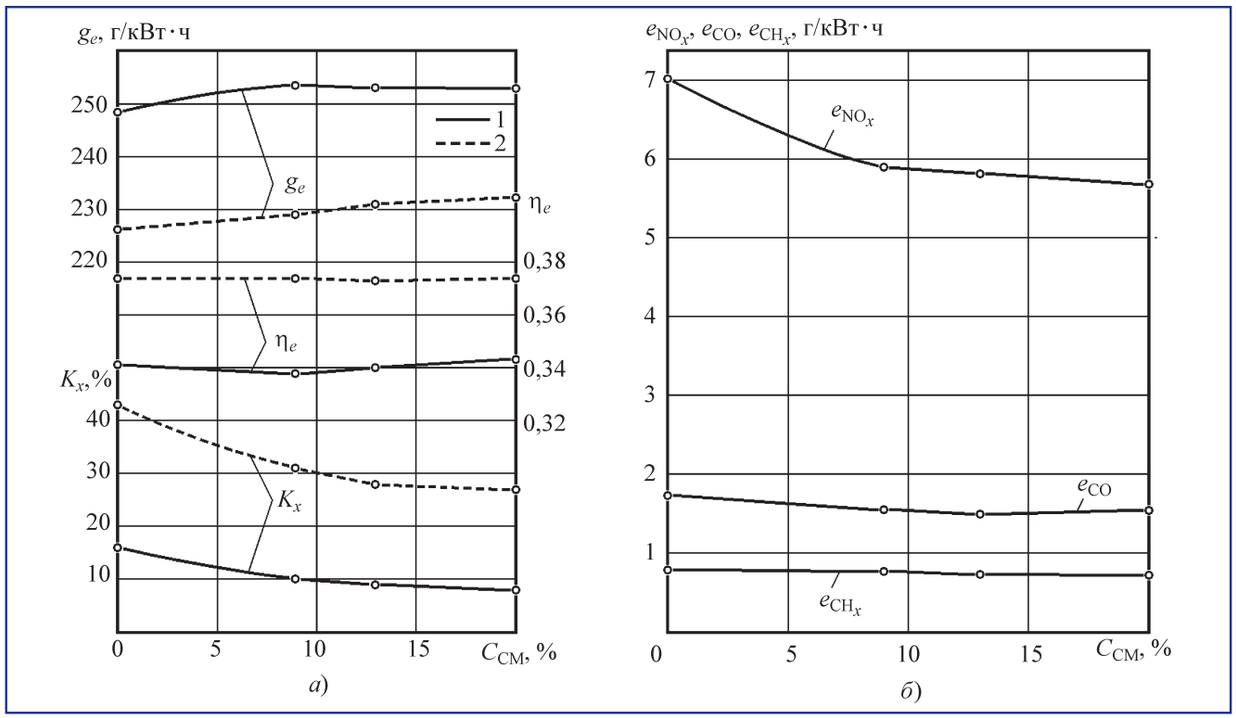


Рис. 9. *Зависимость параметров дизеля типа Д-245.12С – удельного эффективного расхода топлива g_e, эффективного КПД η_e и дымности ОГ K_X на режимах ВСХ (а), удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NO_x}, монооксида углерода e_{CO} и несгоревших углеводородов e_{CH_x} на режимах 13-режимного цикла от содержания СМ в смесевом биотопливе C_{CM}:*
1 – на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$; *2* – на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$

удельного массового выброса монооксида углерода C_{CO} – от 1,492 до 1,535 г/(кВт·ч).

Указанное улучшение экологических показателей при использовании смесей ДТ и СМ получено без изменения конструктивных и регулировочных параметров дизеля типа Д-245.12С. Для достижения еще большего снижения выбросов токсичных компонентов ОГ и улучшения показателей топливной экономичности дизеля при его адаптации к работе на биотопливах необходимо совершенствование конструкции. В частности целесообразно совершенствование проточной части распылителей форсунок для уменьшения длины струй топлива и их согласование с формой КС, а также уточнение регулировочных параметров дизеля (в первую очередь – уточнение значений УОВТ и организация его регулирования при изменении свойств топлива).

Другим путем улучшения показателей дизеля состава смесей ДТ и СМ. Следует отметить, что задача выбора оптимального состава смесевого биотоплива достаточно сложна и не имеет однозначного решения. Это обусловлено тем, что работа дизеля характеризуется целым комплексом показателей (критериев) топливной экономичности и токсичности ОГ. Требования к выбору оптимального по данным критериям состава топлива часто противоречат друг другу, и задача выбора оптимального состава топлива становится многокритериальной оптимизационной задачей [3, 30, 31]. Для решения задачи определения оптимального состава смесевых топлив предложена методика оптимизации, подробно описанная в работе [32]. Она базируется на методе свертки, при котором частные критерии оптимальности, характеризующие токсичность ОГ дизеля, сводятся к обобщенному критерию J_o, определяемому в виде суммы основных частных критериев, характеризующих концентрацию в ОГ оксидов азота J_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа J_{K_X}, в соответствии с выражением

$$J_o = J_{NO_x} + J_{K_X}. \quad (1)$$

При оптимизации состава смесевого топлива целесообразно учитывать принятые основные показатели токсичности ОГ на двух основных режимах – максимальной мощности N_{max} и максимальном крутящем моменте M_{max}. Тогда выражение (1) принимает вид

$$J_o = J_{NO_x N_{max}} + J_{NO_x M_{max}} + J_{K_X N_{max}} + J_{K_X M_{max}}, \quad (2)$$

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:58

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Таблица 8

Оптимизация состава смесей нефтяного ДТ и СМ для дизеля типа Д-245.12С

Вид топлива	Показатели дизеля									
	$C_{NO_x N_{max}}$, ppm	$J_{NO_x N_{max}}$	$C_{NO_x M_{max}}$, ppm	$J_{NO_x M_{max}}$	$K_{X N_{max}}$, %	$J_{K_X N_{max}}$	$K_{X M_{max}}$, %	$J_{K_X M_{max}}$	J_o	$\bar{J}_o$
ДТ	605	1,000	700	1,000	16,0	1,000	43,0	1,000	4,000	1,000
91 % ДТ + 9 % СМ	590	0,975	690	0,986	10,0	0,625	31,0	0,721	3,307	0,827
87 % ДТ + 13 % СМ	575	0,950	665	0,950	9,0	0,563	28,0	0,651	3,114	0,779
80 % ДТ + 20 % СМ	515	0,851	590	0,843	8,0	0,500	27,0	0,628	2,822	0,706

где $J_{NO_x N_{max}}$, $J_{NO_x M_{max}}$, $J_{K_X N_{max}}$, $J_{K_X M_{max}}$ – частные критерии оптимальности (концентрация в ОГ оксидов азота и дымность ОГ по шкале Хартриджа) на указанных режимах.

Поскольку в предлагаемой методике в качестве частных критериев оптимальности выражения (5) использованы концентрация в ОГ оксидов азота C_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа K_X, имеющие различную размерность, целесообразно их использование в относительных величинах в виде:

$$J_{NO_x N_{max}} = C_{NO_x N_{max}\, i} / C_{NO_x N_{max}\, дт};$$

$$J_{NO_x M_{max}} = C_{NO_x M_{max}\, i} / C_{NO_x M_{max}\, дт};$$

$$J_{K_X N_{max}} = K_{X\, N_{max}\, i} / K_{X\, N_{max}\, дт};$$

$$J_{K_X M_{max}} = K_{X\, M_{max}\, i} / K_{X\, M_{max}\, дт}, \qquad (3)$$

где параметры с индексом "дт" соответствуют работе на нефтяном ДТ, а параметры с индексом "i" – на смесевом биотопливе i-го состава. Обобщенный критерий оптимальности (2) удобно использовать в относительном виде:

$$\bar{J}_o = J_{o\, i} / J_{o\, дт}. \qquad (4)$$

Таким образом, предложенная методика оптимизации смесевого биотоплива предполагает формирование обобщенного аддитивного критерия оптимальности в виде (2) или (4). Минимум этого обобщенного критерия (целевой функции) соответствует оптимальному составу смесевого биотоплива. При этом частные критерии оптимизации, характеризующие концентрацию в ОГ оксидов азота J_{NO_x} и дымность ОГ по шкале Хартриджа J_{K_X} на двух основных режимах – максимальной мощности N_{max} и максимального крутящего момента M_{max}, определяются по выражениям (3). Результаты вычислений частных критериев оптимальности по выражениям (3) и обобщенного критерия оптимальности по формулам (2), (4) приведены в табл. 8.

Полученные результаты оптимизации свидетельствуют о том, что для дизеля типа Д-245.12С оптимальное в соответствии с выражениями (2) и (4) содержание СМ в смеси с нефтяным ДТ равно $C_{СМ}$ = 20 %. При таком составе биотоплива достигается минимум обобщенного критерия оптимальности $\bar{J}_o$ = 0,706. В этом случае обеспечиваются минимальный выброс оксидов азота e_{NO_x} = = 5,683 г/(кВт·ч) и минимальная дымность ОГ K_X, (8 и 27 % по шкале Хартриджа, соответственно на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента, см. табл. 7). По мере увеличения состава СМ в смеси с нефтяным ДТ критерий $\bar{J}_o$ монотонно уменьшается, но его снижение наиболее заметно при небольшом содержании СМ в смесевом биотопливе (рис. 10). Это свидетельствует о том, что даже небольшая добавка СМ в нефтяное ДТ значительно улучшает показатели токсичности ОГ дизеля.

В целом, проведенные исследования подтвердили эффективность применения смесей нефтяного ДТ и СМ в отечественных дизелях и использования предложенной методики оптимизации состава смесевого биотоплива, ее информативность при оценке экологических качеств различ-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:53:59

Color profile: Disabled
Composite Default screen

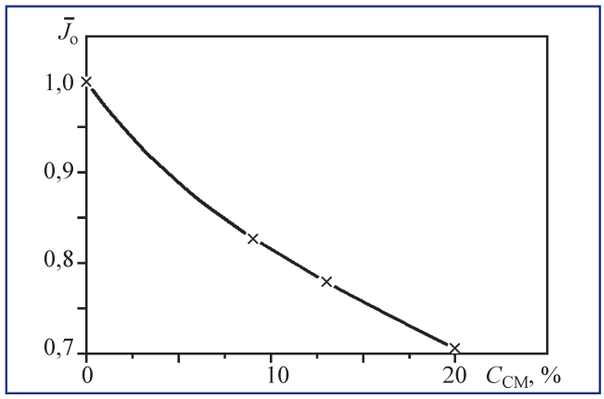


Рис. 10. *Зависимость обобщенного критерия оптимальности $\bar{J}_o$ от содержания соевого масла в смеси с нефтяным ДТ C_{CM}*

ных топлив и сравнительно небольшой объем вычислений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. **Кульчицкий А.Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. Владимир. Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. 256 с.

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

4. **Орсик Л.С., Сорокин Н.Т., Федоренко В.Ф. и др.** Биоэнергетика: Мировой опыт и прогнозы развития / Под ред. В.Ф. Федоренко. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2008. 404 с.

5. **Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.

6. **В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов и др.** Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2011. 536 с.

7. **Ивашура С.В.** Рынок масличных в новом столетии // Масла и жиры. 2011. № 2. С. 4–7.

8. **Морозов Ю.Н.** Анализ масложирового рынка России и возможные перспективы развития // Масла и жиры. 2012. № 7. С. 4–6.

9. **Марков В.А., Девянин С.Н., Неверов В.А.** Использование в дизелях смесевых биотоплив с добавками соевого масла // Транспорт на альтернативном топливе. 2014. № 6. С. 40–50.

10. **Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В. и др.** Соя в России. М.: Агролига России, 2013. 432 с.

11. **Делаев У.А., Кобозева Т.П., Синеговская В.Т.** Возделывание скороспелых сортов сои. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2012. 160 с.

12. **Кобозева Т.П.** Создание сои северного экотипа и интродукция ее в Нечерноземную зону России. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. 100 с.

13. **Паронян В.Х.** Технология жиров и жирозаменителей. М.: Изд-во "ДеЛи принт", 2006. 760 с.

14. **Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.И., Гладкий Ф.Ф. и др.** Химия жиров. М.: Колос, 1992. 448 с.

15. **Кодекс** Алиментариус (лат. "Продовольственный кодекс"). Жиры, масла и производные продукты: Пер. с англ. М.: Изд-во "Весь мир", 2007. 68 с.

16. **Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В. и др.** Техника и технологии производства и переработки растительных масел. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 96 с.

17. **Васильев И.П.** Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля. Луганск: Изд-во Восточноукраинского университета им. В. Даля, 2009. 240 с.

18. **Hamasaki K., Tajima H., Takasaki K. et al.** Utilization of Waste Vegetable Oil Methyl Ester for Diesel Fuel // SAE Technical Paper Series. 2001. № 2001-01-2021. P. 1–6.

19. **Payri F., Macian V., Arregle J. et al.** Heavy-Duty Diesel Engine Performance and Emission Measurements for Biodiesel (from Cooking Oil) Blends Used in the ECOBUS Project // SAE Technical Paper Series. 2005. № 2005-01-2205. P. 1–7.

20. **Supple B., Howard-Hildige R., Gonzales-Gomez E. et al.** The Effect of Steam Treating Waste Cooking Oil of the Yield of Methyl Ester // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2002. Vol. 79. № 2. P. 175–178.

21. **Горбачев М.** Альтернативные источники энергии для АПК // Сельский механизатор. 2007. № 4. С. 6–7.

22. **Малашенков К.** Альтернативный рапс // Сельский механизатор. 2007. № 1. С. 26–27.

23. **Кулиев Р.Ш., Ширинов Ф.Р., Кулиев Ф.А.** Физико-химические свойства некоторых растительных масел // Химия и технология топлив и масел. 1999. № 4. С. 36–37.

24. **Clark S.J., Wagner L., Schrock M.D. et al.** Methyl and Ethyl Soybean Esters as Renewable Fuels for Diesel Engines // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1984. Vol. 61. № 10. P. 1632–1638.

25. **He H., Sun S., Wang T., Znu S.** Transesterification Kinetics of Soybean Oil for Production of Biodiesel in Supercritical Metanol // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2007. Vol. 84. № 4. P. 399–404.

26. **Park S.H., Kim H.J., Suh H.K. et al.** A Study on the Fuel Injection and Atomization Characteristics of Soybean Oil Methyl Ester (SME) // International Journal of Heat and Fluid Flow. 2009. Vol. 30. № 1. P. 108–116.

27. **Borgelt S.C., Harris F.D.** Effects of Soybean Oil – Diesel Fuel Mixtures in Small Precombustion Chamber Engines // ASAE Paper. 1982. № 82-144. P. 16.

28. **Mazed M.A., Summers J.D., Batchelder D.G.** Peanut, Soybean and Cottonseed Oil as Diesel Fuels // Transactions of the ASAE. 1985. Vol. 28. № 5. P. 1375–1377.

29. **Ziemke M.C., Peters J.F., Schroer B.** Long-Term Operator of a Turbocharged Diesel Engine on Soybean Oil Fuel Blends // SAE Technical Paper Series. 1983. № 831222. P. 93–103.

30. **Васильев Ф.П.** Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002. 824 с.

31. **Парсаданов И.В.** Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. Харьков: Изд-во ХПИ, 2003. 244 с.

32. **Марков В.А., Девянин С.Н., Шумовский В.А.** Метод оптимизации состава водотопливных эмульсий для дизелей // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2015. № 11. С. 29–42.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

УДК 665.642.2

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА НЕФТЕШЛАМОВ

Д.О. Сидоренко, канд. техн. наук,
Ж.В. Сурикова, канд. хим. наук, Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва);
В.Г. Щанкина, канд. хим. наук, ФГУП "ИРЕА" (г. Москва)

В статье описывается методический подход к анализу нефтешламов различного происхождения. Подробно рассмотрен отбор, транспортировка и хранение проб нефтешламов, а также их физико-химический анализ и предложения возможного направления обезвреживания.

Ключевые слова: нефтешлам; проба; физико-химический анализ; транспортировка; хранение.

OIL SLUDGE ANALYSIS ALGORITHM DEVELOPMENT

Sidorenko D.O., Surikov J.V., Schankina V.G.

The paper describes the methodological approach to the analysis of oil sludge of various origins. Considered in detail the selection, transportation and storage of samples of sludge, as well as their physical and chemical analysis and suggestions of possible areas of neutralization.

Keywords: oil sludge; try; physical and chemical analysis; transportation; storage.

Процессы добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти, как показывает практика, связаны с накоплением значительных количеств нефтешламов, которые являются сложными полидисперсными системами. Какие-либо технологические операции по разделению подобных систем затруднительны по причине высокой стабильности нефтешламов. При их хранении в результате окисления и образования ПАВ стабильность систем только возрастает. До сих пор не было разработано методического подхода к анализу подобных систем, как не было и единой концепции развития методов обезвреживания нефтешламов.

Для разработки алгоритма проведения анализов были выбраны три шлама принципиально различного происхождения:

1. Амбарный шлам длительного хранения (отобран на Московском НПЗ).

2. Буровой шлам (передан на анализ из ХМАО).

3. Резервуарный шлам Туапсинского НПЗ.

При отборе проб амбарных нефтешламов недопустимо изымать образец только из одной точки; корректным является отбор проб методом конверта со стороной 50–100 м, с последующим приготовлением средней пробы. В случае если территория хранилища шлама больше, отбирается большее число проб, соответственно больше готовится и средних проб. Отбор проб с более частой "сеткой" не информативен и ведет к неоправданно высоким затратам труда, времени и реактивов (или средств, если такая работа выполняется по заказу). Более редкая "сетка", напротив, приводит к увеличению вероятности неправильных результатов из-за случайной погрешности (например, залповый сброс на небольшом участке шламового амбара может полностью исказить общую картину).

Важно и то, с какой глубины отбирается проба. Нефтешламы – как правило, вязкие или даже твердообразные пасты, поэтому не представля-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:54:00

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ется возможным отбирать пробы с глубины более 1,5–2 м, а в ряде случаев – с глубины более 0,2–0,5 м. Исходя из логики, можно принять следующий подход: если планируется переработка слоя нефтешлама, то отбор проводится в трех точках – максимально возможная глубина, поверхность и с половины глубины, причем средняя проба не готовится, все пробы анализируются параллельно, и после этого делаются выводы об однородности или неоднородности шлама. Проводить отбор пробы шлама с глубины 10–12 м и более метров технически трудно и неинформативно, поскольку за то время, когда будет переработан лежащий выше слой, возможно перемешивание, выделение воды либо нефтепродукта в виде отдельных фаз. Пробы резервуарных шламов отбирают обычно при зачистке резервуаров, т.е. со дна. Отбор и анализ одного образца такого шлама без приготовления средней пробы непредставительны.

Отбор проб должен осуществляться в емкости объемом 1–2 л (при необходимости больше, но только при обосновании объема образца, нужного для анализа) при условии:

- герметичности упаковки (притертая или винтовая пробка);
- инертности материала емкости (стекло, ПЭТ, полиэтилен и т.д.);
- диаметра горловины емкости не менее 40–50 мм (для удобства выгрузки).

Необходимо обеспечить сохранность емкости с пробой при транспортировке (амортизирующие прокладки, мягкий наполнитель и прочная наружная упаковка).

Отбор, транспортировка и хранение проб могут быть организованы двумя различными способами:

- если анализы проводятся для оптимизации технологического процесса переработки или ликвидации нефтешлама, а также сбора статистики для научной работы;
- если анализы проводятся для проведения судебной или следственной экспертизы, арбитража.

Рентгенофлюоресцентный анализатор "Спектроскан-МАКС"

Во втором случае обязательна пломбировка пробы; отбор проводится комиссией не менее, чем из трех человек (представители заинтересованных сторон и третья независимая сторона), которые и оставляют свои подписи на ярлыке маркировки; в двух экземплярах составляется Акт отбора пробы, где должно быть указано следующее:

- название объекта;
- дата отбора;
- место отбора пробы с привязкой к карте и необходимой детализацией;
- количество отбираемых проб;
- данные лиц, отбиравших пробы (ФИО, должность) и их подписи;
- оттиск печати или пломбира, опечатывающих пробы.

В этом случае необходимо взятие контрольной пробы.

Транспортировка пробы может осуществляться различными способами при условии сохранения целостности упаковки и пробы, соблюдении норм законодательства, ограничивающего провоз горючих, едких и токсичных объектов, а также мер безопасности.

При доставке пробы на анализ в лабораторию оформляется Акт приема пробы в двух экземплярах, в котором указывается следующее:

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:02

Color profile: Disabled
Composite Default screen

• название объекта, номер пробы;

• дата передачи;

• стороны, передающие и принимающие пробу (название организаций, ФИО, должности и подписи лиц, ответственных за прием и передачу проб от каждой из сторон);

• количество проб;

• упаковка.

Если упаковка нарушена, об этом обязательно делается отметка в Акте. В настоящее время получила распространение практика фотодокументирования состояния упаковки и пломбы (оттиска).

Только после соблюдения всех указанных условий результаты анализа могут иметь юридическую силу.

Для разработки алгоритма анализа необходима информация о происхождении нефтешлама и планируемой деятельности (транспортировка, вид утилизации или ликвидации – отмыв, сжигание, отверждение, рекультивация и т.д.).

Практически для всех случаев анализ нефтешламов начинается с определения его фазового состава.

При большом количестве образцов, возможно, проведение отборочного анализа на приборе ТФН-1М, согласно РД 3900147001-773-2004 "Методика контроля параметров буровых растворов".

Чаще всего приходится решать одновременно несколько задач – не только определять содержание углеводородной части, но и нарабатывать углеводородную часть для дальнейших анализов показателей технологических свойств, фракционного и группового состава.

В таких случаях используется весовой метод определения нефтепродуктов в почвах РД 39-0177098-015-90 "Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома".

Метод включает следующие стадии:

• экстракция углеводородов в экстракторе Сокслета легколетучим растворителем;

• отгон экстрагента;

• доведение углеводородной жидкости до постоянного веса;

• взвешивание и вычисление концентрации нефтепродуктов.

Недостатками метода является то, что экстракция проводится высокотоксичными растворителями (хлористый метилен, четыреххлористый углерод, хлороформ); длительность эксперимента (до 6 ч); кроме того, точное определение малых концентраций связано с использованием больших количеств экстрагента.

При необходимости определяют технологические свойства – коксуемость, зольность, плотность, вязкость и т.д. Мотивацией для определения набора этих параметров могут быть следующие обстоятельства:

• определение пожароопасности;

• принятие решения о возможном использовании выделенного нефтепродукта;

• гидравлические расчеты прокачиваемых жидкостей.

Показатели технологических свойств определяются стандартными методами согласно соответствующим стандартам на аттестованном оборудовании.

Групповой состав углеводородной жидкости имеет смысл определять в том случае, если необходимо выбрать направление её использования, а также в различных спорных ситуациях – например, для выявления виновника загрязнения.

Для определения содержания углеводородов различных групп был применен метод жидкостной хроматографии согласно "Методике определения группового состава сырья методом жидкостной хроматографии" ВНИИ Технического Углерода (1983 г.) с использованием хроматографа ХЖ-1 (ТУ 38.115.203.81).

В ряде случаев (например, при выгрузке и размещении нефтешламов или продуктов их отверждения на полигонах) необходимо учитывать возможность вымывания углеводородов в окружающую среду и скорость данного процесса. Для этого готовят водную вытяжку нефтешлама

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:54:02

Color profile: Disabled
Composite Default screen

или продукта его отверждения по ГОСТ 26423–85 "Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки". Для определения углеводородов в водной вытяжке можно использовать инфракрасный анализатор содержания нефтепродуктов ИКАН-1М и методику ГОСТ Р 51797-2001 "Вода питьевая. Метод определения содержания нефтепродуктов".

Наиболее трудоёмкой стадией является приготовление растворов для построения градуировочного графика; практика показала, что для этого лучше использовать не модельную смесь, рекомендованную стандартом, а углеводородную жидкость, выделенную из анализируемого образца. Такой подход снижает погрешность результатов анализа.

Состав твердой фазы определяют в том случае, когда нужно принять решение о возможности или невозможности ее размещения на полигоне. При проведении эксперимента для анализа состава механических примесей был использован рентгенофлюоресцентный анализатор "Спектроскан-МАКС".

Далее по полученным данным рассчитывается класс опасности твердой фазы согласно "Критериям отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды", утвержденным приказом МПР России от 15.06.2001 г № 511.

В тех случаях, когда для ликвидации нефтешламов используется метод сжигания, целесообразно определять состав золы и ее класс опасности тем же методом, что и механические примеси.

Вода в нефтешламах определяется по ГОСТ 2477–65 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды" на приборе Дина–Старка. Практика показывает, что определение воды в нефтешламах титрованием по Фишеру дает значительную ошибку, вероятно, по причине содержащихся непредельных углеводородов. В том случае, если нефтешлам (или продукт его переработки) содержит небольшое количество углеводородов, то для анализа можно использовать ГОСТ 5180–84 "Грунты. Методы лабораторного определения физических свойств". При высоком содержании углеводородов пользоваться данным нормативным документом нельзя. Значительное количество рецептур отверждения нефтешламов предполагает иммобилизацию их углеводородной части. Для определения стойкости отверждающей композиции используют такие характеристики, как механическая прочность (ГОСТ 22690–88), насыпная и истинная плотность (ГОСТ 8735), а также показатель расслаиваемости (ГОСТ 5802, ГОСТ 28013) .

Таким образом, для различных нефтешламов были разработаны и успешно применены схемы анализа, позволяющие получить необходимую информацию о составе и свойствах отходов такого типа и предложить возможные направления обезвреживания.

Выводы

1. Показаны различные алгоритмы пробоотбора для амбарных, резервуарных и буровых шламов.

2. Определен порядок упаковки и транспортировки нефтешламов, минимизирующий изменение их состава и свойств.

3. Выбраны и обоснованы стандарты, по которым должен проводится анализ нефтешламов, а также приборы и оборудование для его проведения.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:02

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ "О ПРИМЕНЕНИИ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ"

А.М. Бондарь, Центр по связям с общественностью и СМИ, ТПП РФ

25 ноября 2015 г. в Москве, под эгидой Торгово-промышленной палаты РФ и при участии Союза транспортников России, прошла конференция "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы".

Эту тему постоянно держат в поле зрения два комитета ТПП РФ – по транспорту и экспедированию и по энергетической стратегии и развитию ТЭК, отметил, приветствуя участников мероприятия, вице-президент Палаты Александр Рыбаков. По его мнению, у газомоторного транспорта в России потенциально есть большие перспективы. Но именно потенциально, потому что сегодня, как свидетельствует анализ, проведенный экспертным сообществом Палаты, сложилась ситуация, когда практически отсутствует взаимопонимание между производителями газомоторного топлива, производителями газомоторного транспорта, операторами инфраструктуры газозаправочных станций, потенциальными покупателями и пользователями техники.

Между тем, развитию этого рынка уделяют внимание и Президент РФ, и Правительство страны, что понятно, так как переход "на газ" позволит, например, экономить десятки миллиардов рублей ежегодно. В связи с тем, что газомоторное топливо дешевле, чем дизельное, снижаются также транспортные расходы на доставку товаров (а доля транспортировки в их цене доходит до 20 %). Александр Рыбаков высказал надежду, что конференция станет серьезным шагом в решении проблем, препятствующих развитию газомоторной отрасли.

Первый заместитель председателя Комитета Госдумы ФС РФ по транспорту, президент Союза транспортников России, председатель Комитета ТПП РФ по транспорту и экспедированию Виталий Ефимов (он вел мероприятие) в своем выступлении дал характеристику нынешнего состояния дел с газомоторным транспортом. Почему отрасль развивается с трудом? Потому, считает Виталий Ефимов, что фактически нет рынка, а чтобы он появился, нужно создать соответствующие условия и правила его функционирования. Он сослался на

Модератор конференции – Виталий Ефимов, первый заместитель председателя Комитета Госдумы ФС РФ по транспорту, президент Союза транспортников России, председатель Комитета ТПП РФ по транспорту и экспедированию

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:54:10

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ситуацию с пассажирским городским транспортом: в свое время был почти полный застой на этом рынке, а сейчас, например, в Москве бизнес сам, без подталкивания, занял порядка 40 % наземных пассажирских перевозок, а во многих регионах – почти 100. Изменились правила функционирования рынка – вот и результат. Так надо поступать и в случае с газомоторным транспортом.

С приветственным словом выступает Александр Рыбаков, вице-президент ТПП РФ

Участвующие в конференции представители министерств и ведомств, бизнеса, научных кругов, эксперты рассмотрели и проанализировали различные аспекты создания в стране полноценного рынка газомоторного топлива и газомоторного транспорта. Заправка начинает окупаться тогда, когда ею пользуется больше 200 ед. транспорта. Это достижимо далеко не везде в стране. Недостаточно развита заправочная инфраструктура. Практически, например, отсутствуют "коридоры" между крупными городами, т.е. водитель автомобиля на газе не может быть уверенным, что он точно доедет до следующей заправки.

Газомоторный транспорт (те же автобусы) стоит значительно дороже обычного, работающего на дизтопливе. Поэтому должны быть гарантии, что на достаточно долгую перспективу цена на газ не превысит 50 % цены на дизтопливо (а лучше бы 40 %), иначе будет невыгодно приобретать газомоторный транспорт. Обслуживать его, кстати, сложнее, чем обычный; специалистов не хватает. Трудно бывает, а в регионах часто практически невозможно провести освидетельствование газовых баллонов на предмет их дальнейшей эксплуатации; есть большие проблемы с утилизацией баллонов и т.д. Все эти проблемы надо решать.

Между тем, такой рынок стране нужен уже хотя бы из соображений экологии, особенно в городах: газ значительно менее опасен для здоровья, чем более привычные солярка и бензин. Он к тому же значительно дешевле (и вообще, например, лучше использовать тот же попутный газ на мирные цели, чем просто его сжигать, загрязняя понапрасну атмосферу, как это делалось многие десятилетия подряд в нашем отечестве).

На конференции были рассмотрены вопросы повышения эффективности использования энергоресурсов, удешевления транспортных перевозок в крупных городах нашей страны.

Участники Всероссийской конференции

Участники конференции подчеркивали необходимость разработки нормативно-правовой базы, регламентирующей производство, хранение, транспортировку и использование газомоторного топлива. Надо также поработать, говорили эксперты, над созданием системы льгот и преференций, которые бы стимулировали приобретение газомоторного транспорта и гражданами, и государственными структурами.

Газ – топливо не только для автомобилей. На нем могут работать (и работают, в том числе в нашей стране) и локомотивы на железных дорогах, и водный транспорт. Здесь тоже есть свои плюсы, минусы, свои проблемы, требующие решения. Об этом тоже шла речь на конференции.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:20

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР "СНИЖЕНИЕ ПОЖАРООПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ СПГ"

Т.В. Климова, начальник службы по связям с общественностью и СМИ ООО "Газпром ВНИИГАЗ"

Участники технического семинара

В сентябре 2015 г. в "Газпром ВНИИГАЗ" состоялся технический семинар "Снижение пожароопасности объектов малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа".

В развернувшейся дискуссии выступили генеральный директор ООО "Газпром ВНИИГАЗ" С.В. Люгай, главный научный сотрудник центра, профессор С.П. Горбачев и главный научный сотрудник ФГБУ "ВНИИПО" МЧС России В.Л. Карпов.

В заседании семинара приняли участие представители и специалисты ПАО "Газпром", ООО "Газпром ВНИИГАЗ", ООО "Газпром газомоторное топливо", ООО "Газпром газобезопасность", ОАО "Газпром газэнергосеть", ООО "Газпром трансгаз Екатеринбург", ООО "Газпром трансгаз Казань", ООО "Газпром трансгаз Санкт-Петербург", АО "Гипроспецгаз", АО "Газпром Промгаз", ЗАО "НПП Криосервис", ПАО "Криогенмаш", ФГУП "НАМИ", АГПС МЧС России, университета МАДИ, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, ОАО "ВНИКТИ", ООО "Криомаш-БЗКМ" .

Анализ аварийных ситуаций и сценариев развития аварий на объектах малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа (СПГ) представил в своем выступлении главный научный сотрудник ФГБУ "ВНИИПО" МЧС России В.Л. Карпов. В его докладе, в частности, были обозначены основные угрозы пожарной безопасности и технические решения по снижению пожарной опасности на объектах малотоннажного СПГ.

Участники заседания обсудили проект окончательной редакции Свода правил "Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности".

Участники заседания технического семинара смогли детально обсудить предлагаемые технические решения, касающиеся проектирования и эксплуатации объектов малотоннажного СПГ. Ввод в действие Свода правил стандартизирует подходы к требованиям в области безопасности таких объектов. Для эксплуатирующих организаций ПАО "Газпром" это особенно важно в связи с планами по строительству таких объектов в различных регионах страны. Производителям оборудования обсуждение Свода правил позволило конкретизировать производственные задачи, чтобы в дальнейшем разрабатывать и предлагать для отечественного рынка СПГ новые виды продукции.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:23

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Модератор семинара – главный научный сотрудник ВНИИПО В.Л. Карпов

Сотрудники Центра использования газа ООО "Газпром ВНИИГАЗ" на семинаре

Участник семинара профессор университета МАДИ Ю.В. Панов

Модераторы секции видели своей задачей формирование единого информационного поля со всеми заинтересованными участниками по требованиям пожарной безопасности к объектам малотоннажного СПГ, а также объединение разработчиков документа, производственников и представителей надзорных служб для выработки общего понимания основных положений и необходимости Свода правил. Открытая дискуссия и обмен мнениями позволили высказаться всем заинтересованным участникам и продемонстрировать экспертам МЧС России инициативу и заинтересованность производственников, проектирующих и эксплуатирующих организаций.

Окончательная редакция Свода правил после обсуждения на секции НТС будет направлена на согласование ПАО "Газпром" и далее – на утверждение в МЧС России, чтобы впоследствии стать руководящим документом для обеспечения пожарной безопасности на объектах малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. При этом документ будет содержать минимальные требования, и специалисты ВНИИПО рекомендуют всем, кто работает с такими объектами, по мере накопления опыта проектирования и эксплуатации активно сотрудничать с научными организациями по внесению необходимых дополнений и изменений.

СПРАВКА

Научно-технический Совет ПАО "Газпром" предназначен для выработки предложений и рекомендаций по вопросам, связанным с формированием и реализацией инновационной и научно-технической политики Общества, а также с решением комплексных задач научно-производственного характера.

Среди основных задач Совета – участие в формировании концептуальных положений инновационной и научно-технической политики ПАО "Газпром"; рассмотрение и оценка передовых технических идей и технологических решений, форм и методов организации и управления производством, подготовка рекомендаций по их реализации для развития ресурсного, производственного и технологического потенциала "Группы Газпром", улучшения экономических показателей его деятельности. Совет рассматривает важнейшие научно-технические проблемы функционирования газового комплекса и готовит рекомендации по их решению.

В составе Совета сформированы 15 специализированных секций по тематике, соответствующей основным направлениям деятельности "Группы Газпром".

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:54:34

Color profile: Disabled
Composite Default screen

"ГРУППА ГАЗ" НАЧАЛА СЕРИЙНЫЙ ВЫПУСК "УРАЛ NEXT"

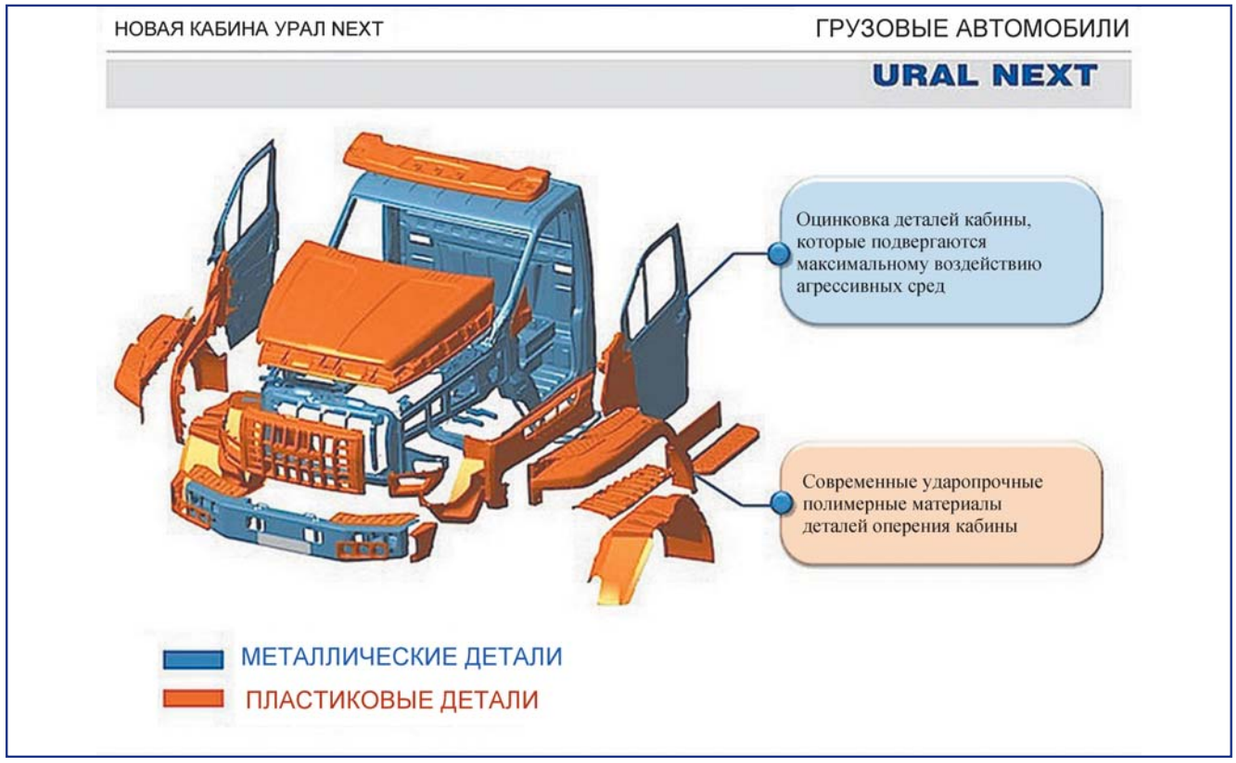
М.В. Кузнецова

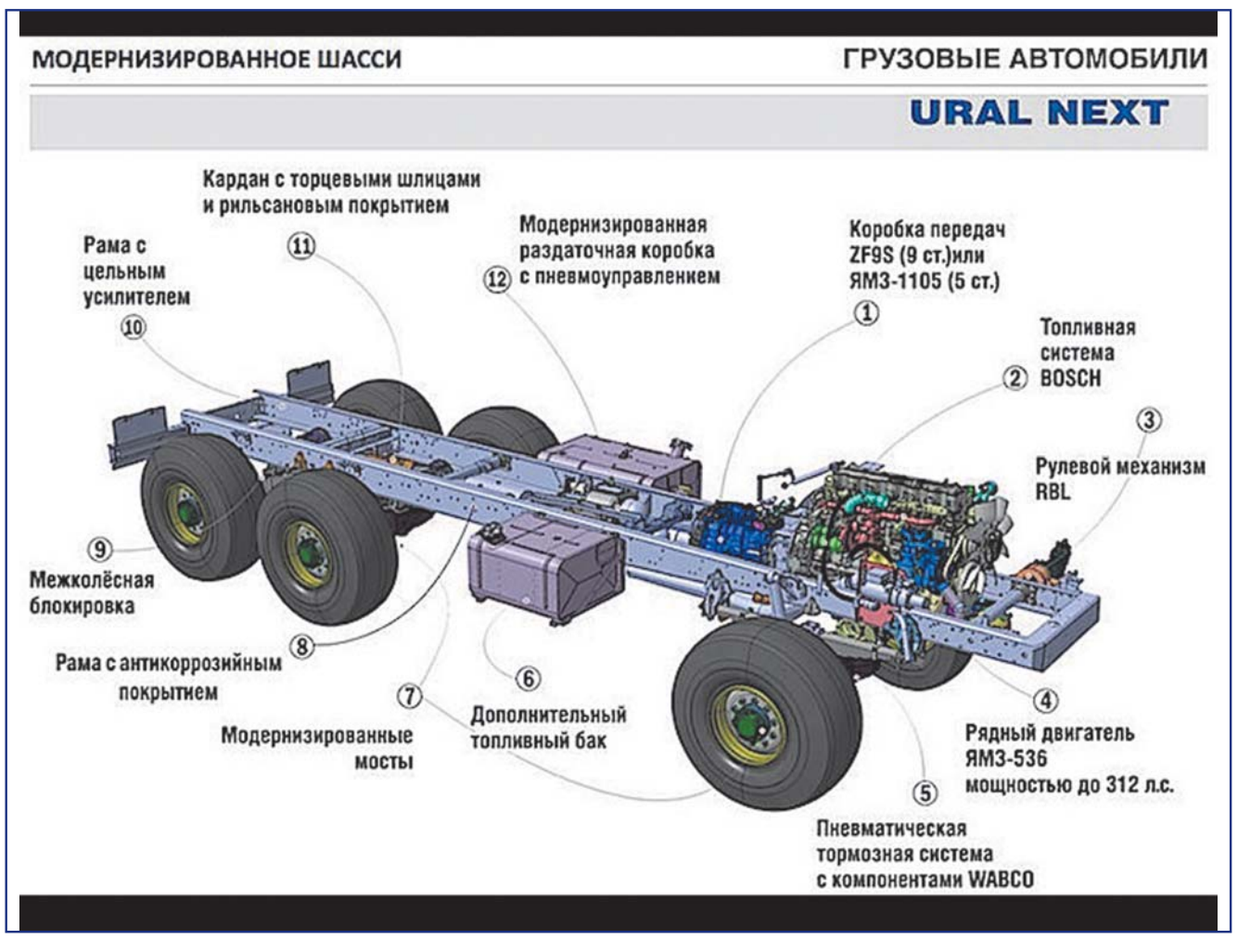
"Группа ГАЗ" объявила о старте серийного производства автомобилей нового семейства "Урал NEXT". Новинка продолжает развитие модельного ряда автомобилей поколения NEXT, производство которых "Группа ГАЗ" начала в 2013 г. с выпуска "ГАЗели NEXT". Инвестиции в создание и организацию производства нового "Урала" составили около 800 млн руб.

Автозавод "Урал" начал серийное производство автомобилей нового семейства NEXT. Новинка была впервые представлена общественности в июне этого года на Международной специализированной выставке "Строительная техника и технологии". Подготовка к производству автомобиля "Урал NEXT" велась в течение 2015 г. Опытные образцы прошли полный цикл

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:54:47

Color profile: Disabled
Composite Default screen





agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

лабораторных, сертификационных, пробеговых и эксплуатационных испытаний в различных дорожных и климатических условиях.

В рамках подготовки производства нового грузовика на предприятии установлено оборудование, обеспечивающее высокое качество изготовления основных узлов и агрегатов автомобилей марки "Урал". В частности, при выпуске "Урала NEXT" используются новые механообрабатывающие станки для изготовления модернизированных узлов, а также оборудование для высококачественной очистки поверхностей отливок деталей. Для повышения коррозионной стойкости лакокрасочного покрытия машины созданы дополнительные мощности по порошковой окраске деталей, модернизированы линии катафорезного грунтования.

Кабинные модули для автомобилей нового семейства производятся на Горьковском автозаводе в одном потоке с кабинами автомобилей ГАЗ. Основная часть крупных лицевых и структурных штампованных панелей кабины NEXT (40 наименований) производится на автоматических линиях Komatsu, Япония. При этом используется более 230 высокоточных штампов, контрольных приспособлений и средств автоматизации, изготовленных в Южной Корее. Детали кабины, которые подвергаются максимальному воздействию агрессивных сред, – оцинкованные. Детали оперения кабины выполнены из современных ударопрочных полимерных материалов.

Грузовики "Урал NEXT" грузоподъемностью от 5,5 до 13 т (колесные формулы 4×4 и 6×6) расширяют существующий модельный ряд автомобилей "Урал". Сохраняя традиционные преимущества бренда "Урал": высокие проходимость и функциональность, новый автомобиль обладает повышенной надежностью и комфортом, улучшенной управляемостью и экономичностью. Современный внешний облик и интерьер, просторная и комфортабельная кабина, легкость в управлении, отличная эргономика достигнуты за счет применения современных конструкторских решений и комплектующих, соответствующих мировым стандартам качества. Автомобиль обладает высокой эксплуатационной эффективностью: внедренные технические решения позволяют обеспечить гарантию на автомобиль продолжительностью 24 мес. или 100 тыс. км пробега, межсервисный интервал 15 тыс. км, высокие ресурс и остаточную стоимость.

Автомобили "Урал NEXT" оснащаются двигателями ЯМЗ-536. Двигатель ЯМЗ-536 имеет низкий уровень шума, современную топливную систему Common Rail, обеспечивающую давление впрыска 1800 бар. Мощность двигателей ЯМЗ-536 различных модификаций, применяемых на "Урале NEXT", составляет от 240 до 312 л.с. Применение двигателей семейства ЯМЗ-536 гарантирует высокие тягово-динамические характеристики и экономичность автомобилей "Урал NEXT". Ресурс двигателя составляет до 1 млн км пробега.

Автомобили "Урал NEXT" предназначены для перевозки пассажиров, различных грузов и буксирования прицепов и прицепных систем по всем видам дорог и местности, в том числе в условиях бездорожья и тяжелых температурных режимах. Основные потребители – нефтегазовые, лесопромышленные, строительные компании, подразделения МЧС.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:05

Color profile: Disabled
Composite Default screen

НАЧАЛОСЬ СТРОИТЕЛЬСТВО АМУРСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

14 октября 2015 г. в Свободненском районе Амурской области состоялась торжественная церемония начала строительства Амурского газоперерабатывающего завода.

Амурский ГПЗ станет крупнейшим в России и одним из самых больших в мире предприятий по переработке природного газа. Его проектная мощность составит до 49 млрд м^3 газа в год. В состав ГПЗ также войдет крупнейшее в мире производство гелия – до 60 млн м^3 год. Для создания завода будут использованы технологии немецкой компании Linde.

Амурский ГПЗ – важное звено технологической цепочки поставки природного газа в Китай по "восточному" маршруту в рамках крупнейшего в истории контракта. На завод по газопроводу "Сила Сибири" будет поступать многокомпонентный газ Якутского и Иркутского центров газодобычи, которые "Газпром" создает в рамках Восточной газовой программы. На ГПЗ из газа будут выделяться этан, пропан, бутан, пентан-гексановая фракция и гелий – ценные компоненты для газохимической и других отраслей промышленности. Переработанный газ будет поставляться в Китай.

"Сегодня Газпром начал строительство мощного современного Амурского ГПЗ. Это знаковое событие для газоперерабатывающей отрасли России, для формирования на Востоке России газовой промышленности. Амурский ГПЗ – это высокие технологии, значительные инвестиции, тысячи новых рабочих мест. Это мощный импульс для социально-экономического развития Амурской области и других дальневосточных регионов", – сказал Алексей Миллер.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:13

Color profile: Disabled
Composite Default screen

В ГАЗОВОМ КАМАЗЕ УСТАНОВИЛИ НОВОЕ ГАЗОБАЛЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В рамках подготовки к международному ралли-марафону Africa Eco Race 2016 в газовом КАМАЗе обновили систему хранения и подачи природного газа. В спортивном грузовике установлена специальная кассета с четырьмя баллонами и аппаратура дозирования поступления природного газа.

Газовый КАМАЗ – специальная модель спортивного грузового автомобиля, в котором в качестве моторного топлива используется компримированный природный газ. Автомобиль создан в 2013 г. командой "КАМАЗ-мастер" при поддержке ПАО "Газпром" и банка ВТБ. Цель проекта: демонстрация возможностей природного газа в качестве моторного топлива.

Инженеры команды "КАМАЗ-мастер" продолжают работу по модернизации спортивного грузовика, работающего на природном газе. Особое внимание при подготовке к африканскому ралли-марафону уделяется газовому оборудованию.

Для обеспечения безопасности автомобиля, вместе с новыми металло-пластиковыми баллонами, установлено устройство для защиты от механических повреждений и от перегрева, а также автоматическая система пожаротушения. Новое оборудование позволит повысить надежность и безопасность спортивного грузовика.

"Работа по совершенствованию газотопливной системы особенно важна для газового КАМАЗа. Природный газ обеспечивает нашему автомобилю конкурентные преимущества при прохождении спецучастков с тяжелым вязким песком. Это одна из ключевых составляющих, необходимых для хорошего результата", – сказал пилот газового КАМАЗа Сергей Куприянов.

Справка

Africa Eco Race – ежегодный ралли-марафон, проходящий по историческому маршруту ралли "Дакар": через Марокко, Мавританию и Сенегал. Сегодня это одно из немногих ралли, где организаторы стремятся сохранить сложность гонки на самом высоком уровне. Маршрут гонки включает 12 этапов и день отдыха на побережье Атлантического океана в Дахле, Марокко. Протяженность маршрута в 2016 г. составит 6 тыс. км, в том числе 3750 км – скоростные участки. По итогам прошлогодней гонки газовый КАМАЗ стал серебряным призером в грузовом зачете и бронзовым в общем зачете африканского ралли-марафона.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:20

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ЗАЛИВКА МАСЕЛ "ГАЗПРОМНЕФТЬ" НА КОНВЕЙЕРЕ УАЗА

Компания "Газпромнефть – смазочные материалы", оператор бизнеса масел "Газпром нефти", начала поставки автомобильных масел под брендом "Газпромнефть" (Gazpromneft) на сборочный конвейер Ульяновского автомобильного завода, входящего в группу Sollers.

Во все автомобили УАЗ, сходящие с конвейера, начата заливка всесезонного моторного масла Gazpromneft Standard 10W-40. Это универсальный всесезонный продукт, изготовленный с использованием современного пакета присадок, подходит для всех типов бензиновых двигателей автомобилей УАЗ.

Масла под брендом Gazpromneft компания производит с 2013 г. Продукция под брендом компании обеспечивают надежную защиту двигателя в течение всего периода применения, обладает улучшенными моющими и антикоррозийными свойствами, универсальна для использования как при высоких, так и при низких температурах. Масла соответствуют требованиям международных стандартов и одобрены ведущими автопроизводителями. Под брендом Gazpromneft выпускается более 60 наименований продукции, ориентированной на массовый сегмент рынка.

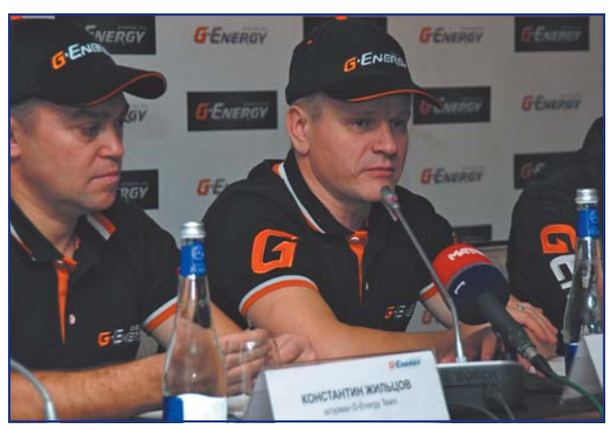
"Наша компания последовательно наращивает взаимодействие с крупнейшими российскими производителями техники. Мы поставляем им качественные современные продукты, разработанные с учетом российских климатических условий, и предоставляем высококвалифицированную техническую поддержку", – отметил генеральный директор компании "Газпромнефть – смазочные материалы" Александр Трухан.

ПРОВОДЫ РОССИЙСКОЙ КОМАНДЫ G-ENERGY TEAM НА "ДАКАР-2016"

Торжественная церемония проводов экипажа российской команды G-Energy Team в составе пилота Владимира Васильева и штурмана Константина Жильцова состоялась 12 декабря 2015 г. на Площади Революции в Москве.

"Мы готовы у ралли-марафону и очередной проверке нашего экипажа на скорость и выносливость. Ничто не вдохновляет на победы так, как поддержка соотечественников. Спасибо большое нашим болельщикам", – сказал пилот команды Владимир Васильев журналистам на пресс-конференции.

"Дакар" – самая интересная гонка в ралли-рейдах. Здесь выступают самые лучшие экипажи и команды. Наша задача – попасть на подиум", – сообщил штурман Константин Жильцов.



Удачи российскому экипажу пожелал председатель Комитета внедорожных соревнований Российской автомобильной федерации (РАФ) Роберт

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:28

Color profile: Disabled
Composite Default screen

Санакоев. "Желаю удачи! Мы будем рады встретить вас с любым результатом", – сказал Р. Санакоев.

Весь субботний день на Площади Революции ритмичные выступления барабанщиков, звуки бит боксинга и артисты "Песочного шоу" развлекали гостей. В свободном доступе работала автоспортивная зона, где у всех была возможность испытать себя в роли гонщика за рулем раллийных симуляторов, узнать интересные факты о легендарном "Дакаре", а во время автограф-сессии лично познакомиться с экипажем. В. Васильев и К. Жильцов выступят в категории Т1 на автомобиле Toyota Hilux.

Владимир Васильев принимает участие в раллийных гонках с 2009 г. С 2012 г. он входит в лист пилотов приоритета FIA (Международной автомобильной федерации), а также в элитный список гонщиков "Дакар", где он дебютировал в 2013 г., став лучшим новичком, заняв 16-е место в общем зачете. В 2014 г. он вошел в десятку "Дакара", а в 2015 г. стал пятым.

К. Жильцов – мастер спорта международного класса по ралли-рейдам. В 2013 г. с Леонидом Новицким завоевал "бронзу" "Дакара", а в 2014 г. стал пятым в паре с польским пилотом Кшиштофом Холовчицем. С 2014 г. выступает с В. Васильевым.

В 2016 г. он Ралли-марафон "Дакар" пройдет по территории Аргентины и Боливии. Из-за наводнения в Эль-Ниньо гонка не пройдет в Чили и Перу. Старт состоится 2 января в г. Буэнос-Айрес, а финиш – 16 января в Розарио.

В числе участников гонки – девятикратный чемпион мира по ралли француз Себастьян Лёб, четырехкратный вице-чемпион мира по ралли финн Микко Хирвонен, а также Стефан Петрансель, Нассер Аль-Аттия, Карлос Сайнс, Нани Рома и др. Всего в гонке выступят более 500 участников.

Завершилась торжественная церемония концертом группы "Уматурман", чей хит "Победа за нами" стал, безусловно, главной музыкальной темой дня.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

ИТОГОВЫЙ ПРОТОКОЛ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ "О применении газомоторного топлива на транспорте: проблемы и перспективы"

Реализация стратегических задач экономического и социального развития российского государства неразрывно связана с последовательным выполнением директивных решений Президента РФ и Правительства РФ об использовании альтернативных газовых видов топлива для транспортного комплекса.

Участники Всероссийской конференции отмечают, что:

– применение природного газа в качестве моторного топлива менее затратное по сравнению с продуктами переработки нефти и, при разумной ценовой политике, может значительно сократить транспортные издержки и их удельный вес в стоимости перевозимой продукции, а также затраты на пассажирские перевозки, снизить экологические нагрузки от транспортной деятельности;

– масштабное использование природных газовых ресурсов на транспорте при гарантированной стабильной системе ценообразования может стать весомым фактором инвестиционной привлекательности развития транспортной и смежных отраслей, что весьма актуально для преодоления кризисных явлений в экономике;

– дополнительные издержки по закупке газомоторной техники, переоборудование производственно-технической базы, обучение кадров, ремонт и обслуживание газобаллонного оборудования могут быть компенсированы за счет экономии в затратах на топливо, при условии, что Правительство Российской Федерации сумеет сохранить отношение цены газового топлива на уровне не выше 50 % к цене дизельного топлива за счет рыночных механизмов регулирования, а также установит преференции производителям газомоторной техники и оборудования, предназначенного для производства, хранения и использования газомоторного топлива для снижения затрат, в связи с тем, что цены на газомоторный подвижной состав на 30 % выше, чем на дизельный парк;

– в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 13.05.2013 г. № 767-р "О расширении использования природного газа в качестве моторного топлива" и последующими распорядительными документами ведется работа по предоставлению регионам субсидий из федерального бюджета на закупку газомоторной техники на основе договорных отношений с органами власти субъектов Российской Федерации. Со стороны бизнеса в ней участвует ограниченный круг, в основном, муниципальных пассажирских автоперевозчиков и коммунальных служб. В то же время ресурсные возможности поставщиков газомоторного топлива и заводов-производителей автомобильного транспорта значительно опережают имеющийся спрос.

Во многом это связано с тем, что потенциальные покупатели и пользователи газомоторного транспорта недостаточно уверены в последовательном развитии рынка газомоторного транспорта, решении имеющихся проблем перехода на газомоторное топливо, не в полной мере информированы о том, что сделано и что намечено осуществить для широкого внедрения газомоторной техники в регионах.

Нерешенные проблемы, а также неопределенность перспектив снижают эффективность внедрения газомоторной техники, а следовательно, и привлекательность для субъектов

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

транспортной деятельности участия в реализации данного проекта.

Участники Всероссийской конференции отмечают, что внедрение газомоторной техники – это системный, пограничный продукт деятельности законодательных органов власти, нескольких министерств, ведомств, региональных органов власти и предприятий по созданию оборудования и базовой сети газозаправочных станций, разработке, производству и реализации по приемлемым ценам газомоторной техники, созданию условий по переоборудованию производственно-технической базы, подготовки кадров.

В соответствии с поступившими предложениями участников Всероссийской конференции считать необходимым:

1. Обратиться в Правительство РФ с предложениями:

1.1. Учитывая значительные потенциальные возможности газификации транспортного комплекса для снижения затрат на топливо и улучшения экологической обстановки, а также в целях координации совместной работы министерств, ведомств и органов власти субъектов федерации актуализировать и принять государственную программу "Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения", придав ей статус "Национальный проект", с финансированием из государственного бюджета.

1.2. Сформировать при Правительственной Комиссии по транспорту межведомственную рабочую группу из числа заинтересованных министерств, ведомств, администраций регионов, предприятий с необходимыми функциями и полномочиями для организации эффективного управления разработкой и реализацией государственной программы по п. 1.1.

1.3. В целях обеспечения долгосрочной инвестиционной привлекательности проекта, учитывая, что ключевым экономическим условием реализации программы является стоимость газового по сравнению с дизельным моторным топливом, установить соотношение ценовых показателей стоимости КПГ, СПГ в размере не более 50 % от стоимости дизельного моторного топлива и определить соответствующую рыночную систему регулирования установленного баланса.

2. Обратиться в Минпромторг России с предложениями:

2.1. В связи со значительным, до 30 %, превышением стоимости газомоторной техники по сравнению с аналогичной техникой, эксплуатируемой на жидком моторном топливе (бензин, дизель), подготовить предложения по снижению цен на газомоторный подвижной состав, в том числе за счет:

– увеличения масштабов производства газомоторной техники;

– увеличения объемов локализации производства (импортозамещения) компонентов газобаллонного оборудования;

– субсидирования производителей газомоторной техники;

– обнуления пошлин на импортные компоненты газобаллонного оборудования.

2.2. Совместно с Минэнерго России подготовить предложения с учетом зарубежного опыта по производству оборудования и развитию многотопливных заправочных комплексов, предусматривающих возможность заправки компримированным, сжиженным природным газом, пропан-бутаном и внесение изменений в действующие в Российской Федерации нормативно-технические документы для строительства новых многотопливных заправочных станций и реконструкции действующих.

2.3. Совместно с Министерством энергетики Российской Федерации и Министерством по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации создать (актуализировать) нормативно-правовую базу, технические регламенты для организации промышленного производства, а с Мини-

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 ". 12:55:35

Color profile: Disabled
Composite Default screen

стерством транспорта Российской Федерации по эксплуатации:

– автомобильных газомоторных транспортных средств, использующих в качестве моторного топлива природный газ (метан);

– морских и речных судов, специальной портовой техники, использующих газомоторное топливо;

– оборудования для бункеровочно-заправочной инфраструктуры и строительства ее объектов;

– воздушных судов, работающих на газомоторном топливе, а также специальных аэродромных стационарных и мобильных заправочных комплексов.

2.4. С участием Минтранса России и Минэнерго России создать нормативно-правовую базу, технические регламенты для организации процессов перевода существующих парков на природный газ (метан) в качестве моторного топлива, путем переоборудования или дооборудования транспортных средств существующих парков.

3. Рекомендовать органам законодательной и исполнительной власти субъектов федерации в целях развития инфраструктуры газомоторных перевозок и повышения спроса на газомоторную технику:

3.1. Организовать выделение земельных участков для размещения газозаправочных станций и сервисных центров по обслуживанию транспорта, работающего на газомоторном топливе, по упрощенной схеме (в первую очередь с использованием механизма, предусмотренного п. 2 ст. 39.6 Земельного Кодекса Российской Федерации).

3.2. Снизить (отменить) налог на транспортные средства, эксплуатируемые на природном газе в качестве моторного топлива.

3.3. Подготовить предложения по внесению изменений в Налоговый Кодекс Российской Федерации в части уточнения налогов федерального и регионального уровня, относящихся к сфере производства и использования газомоторного топлива.

4. Для обучения персонала Минтрансу России совместно с Минтруда России внести необходимые дополнения в нормативные документы по труду и войти с предложением в Минобрнауки России об организации подготовки на базе транспортных вузов преподавателей и специалистов по эксплуатации транспортных средств на газовом топливе; на базе транспортных колледжей – работников массовых специальностей – эксплуатантов и ремонтных рабочих.

5. Обратиться в Центральный штаб ОНФ (или Исполком ОНФ) с предложением установить мониторинг за ходом разработки и выполнением государственной программы внедрения газомоторного топлива. В качестве рабочего органа определить Общественный Экспертный Совет Общероссийского Общественного движения "Народный фронт "За Россию" (ОЭС ОНФ).

6. Рекомендовать территориальным торгово-промышленным палатам провести совместно с местными органами власти и профессиональными объединениями предприятий промышленности и транспорта конференции в субъектах федерации "О применении газового моторного топлива на транспорте и путях разрешения имеющихся проблем" с участием поставщиков и потребителей газового топлива, производителей транспортных средств и газового оборудования, исполнителей программы от министерств, ведомств и организаций.

7. Предложить ОАО "Газпром" инициировать и организовать в средствах массовой информации масштабную информационную кампанию о преимуществах газомоторного топлива перед традиционным.

8. Оргкомитету Всероссийской конференции обобщить поступившие предложения от союзов, ассоциаций, предприятий и организаций промышленности и транспорта, территориальных торгово-промышленных палат, научных учреждений и других участников конференции по участию в программе, ее дополнению и развитию и направить в органы государственной власти Российской Федерации для внесения необходимых изменений.

Москва, ТПП РФ, 25 ноября 2015 г.

agzk2.16(1-56).ps
agzk2.16(1-56)
25 2016 *. 12:55:35