ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 10 • октябрь • 2008

Уважаемые ученые, инженерно-технические работники, служащие и рабочие Центрального ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института!

Вашему институту исполняется 90 лет!

16 октября 1918 года в Москве образована Научная автомобильная лаборатория, которая в дальнейшем была преобразована в Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (НАМИ).

Творческий путь НАМИ начался с создания первого советского легкового автомобиля "НАМИ-1". Затем были трактор "ХТЗ-НАТИ", первый отечественный троллейбус, первый автобус вагонной компоновки, автомобиль "НАМИ-020" — прототип семейства автомобилей "Урал" и различных транспортных средств высокой проходимости на его основе, V-образный дизель "НАМИ-019" — базовый семейства двигателей ЯМЗ, работы по доводке семейства легковых автомобилей ВАЗ, разработка технологических основ проекта крупнейшего в Европе автомобильного полигона в городе Дмитров.

За свою историю специалисты НАМИ внедрили в серийное производство более 300 конструкторских и научных разработок. До сих пор серийно выпускаются изделия, в основе которых стоят технические и научные решения специалистов НАМИ.

За большие работы по подъему сельского хозяйства в довоенные годы институт награжден орденом Трудового Красного Знамени.

И в настоящее время институт имеет связь более чем с пятьюдесятью заводами отрасли и осуществляет свою деятельность по таким важным направлениям, как фундаментальные и поисковые исследования, создание концептуальных конструкций компонентов автомобилей, разработка экологически чистых двигателей, работающих на альтернативных видах топлив, комбинированных энергоустановок.

НАМИ сохраняет свой научный потенциал на высоком уровне — сейчас в институте трудятся более 80 докторов и кандидатов наук, имена которых известны далеко за пределами России. Ведущие специалисты НАМИ успешно представляют интересы Российской Федерации в различных международных организациях и комитетах FISITA, ISATA, по Внутреннему Транспорту Европейской Экономической Комиссии (КВТ ЕЭК ООН), МТК-56, ИСО/ТК-22.

В институте действуют и развиваются научные школы по основополагающим направлениям автомобилестроения, ведется постоянная подготовка молодых научных кадров.

За достигнутые успехи в развитии отечественного автомобилестроения 37 сотрудников института удостоены Государственных премий Российской Федерации и премий Правительства Российской Федерации.

Свидетельством признания ведущей роли НАМИ в отрасли является разработанная Вашим коллективом совместно с другими научными организациями и промышленными предприятиями "Концепция развития автомобильной промышленности России".

Следует отметить последние работы специалистов НАМИ: разработку первого в России технического регламента "О требованиях к выбросам автомобильной техникой вредных (загрязняющих) веществ", создание и организацию промышленного выпуска семейства комфортабельных городских автобусов, совершенствование двигателей различного назначения, в том числе работающих на альтернативных видах топлив, создание мобильных малогабаритных транспортных средств для сельского хозяйства.

Сегодня перед Вашим коллективом стоят большие перспективные задачи по формированию научно-обоснованной технической политики Российской Федерации в области автомобильной промышленности, проведению фундаментальных научно-исследовательских и конструкторских работ, обеспечивающих создание экологически чистых и безопасных автомобилей, компонентов нового поколения, "интеллектуальных" саморегулирующихся транспортных средств, определяющих технологический облик транспорта XXI века. Институт должен постоянно, на высоком техническом уровне проводить широкомасштабные испытания и сертификацию отечественной и зарубежной автомобильной техники.

Уверен, что коллектив ФГУП "НАМИ" со славными традициями и многолетним опытом эффективно решит грандиозные задачи, стоящие на ответственном этапе развития отечественного автомобилестроения.

В канун 90-летия со дня образования института поздравляю коллектив ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" со знаменательным юбилеем! Желаю его сотрудникам доброго здоровья, личного благополучия, дальнейшей плодотворной работы на благо России!

Министр промышленности и торговли
Российской Федерации

В.Б. Христенко

УДК 629.113/.115

90 лет НАМИ

Д-р экон. наук, генеральный директор ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ"
А.А. ИПАТОВ

История НАМИ — история развития автомобильных науки и техники в нашей стране. У его истоков стояли такие выдающиеся ученые, как Е.А. Чудаков, Н.Р. Брилинг, Е.К. Мазинг; именно здесь ими и их соратниками созданы научные школы по различным направлениям исследований: Е.А. Чудакова (теория автомобиля и его расчеты), Н.Р. Брилинга, Б.С. Стечкина, Г.Г. Калиша (двигатели внутреннего сгорания), А.В. Осипяна (зубчатые передачи), Я.М. Певзнера (плавность хода автомобилей), Д.Б. Гельфгата (методы расчета и исследований рам и кузовов), А.А. Липгарта (создатель всемирно известного легкового автомобиля "Победа"), Б.М. Фиттермана, Н.И. Коротоношко (теория проходимости, исследования в области автомобилей высокой проходимости и создание принципиально новых конструкций автомобилей). Причем все они без исключения работали по единой схеме: "исследования—разработка теории—создание образцов автомобильной техники". О высочайшей эффективности такой схемы говорит тот факт, что жизнедеятельность и оборона страны в предвоенные, военные и послевоенные годы были обеспечены автомобильной техникой преимущественно отечественного производства, образцы которой получали путевку в жизнь в НАМИ. Именно благодаря научно-техническому заделу институт в годы войны быстро перестроился на нужды фронта и внес свой неоценимый вклад в дело Победы.

И эта схема в настоящее время фактически сохраняется. Например, на ее основе действуют и развиваются научные школы "Устойчивость и управляемость", "Научные основы развития автобусостроения", "Трибология в двигателестроении", "Полный жизненный цикл автомобиля", "Прогнозирование стратегического развития автомобильной промышленности", "Автомобильные агрегаты", "Теория и расчеты двигателей с регулируемыми степенью сжатия и рабочим объемом", "Аэродинамика и сопротивление качению", "Шум и вибрация", "Альтернативные топлива и комбинированные энергоустановки", "Электротранспорт" и др.

Результаты фундаментальных и поисковых исследований по-прежнему широко используются в прикладных работах, выполняемых как в НАМИ, так и в других отраслевых НИИ и конструкторских бюро страны: НИИТавтопроме, Гипроавтопроме, НИИавтоэлектроника, НИИАТМ, Гипродвигателе, НИЦИАМТе, ГКБ по прицепам и др. Институт тесно связан более чем с 50 крупными автомобилестроительными предприятиями России и стран СНГ, среди которых КамАЗ, ГАЗ, УАЗ, УралАЗ, ВАЗ, ЗИЛ, "Ижмаш", МАЗ, БелАЗ, КрАЗ, ЛиАЗ, ПАЗ, ЛАЗ, КАвЗ, ЯМЗ, ЗМЗ, УЗАМ, УМЗ и т. д. Их продукция продолжает создаваться с обязательным участием НАМИ. Причем не только на уровне исследований. На производственной и опытно-экспериментальной базе института изготовлялось и испытывалось большинство опытных образцов автомобилей, двигателей, агрегатов, а также модернизированной и серийной продукции заводов отрасли.

Достаточно сказать, что за всю историю существования института только в серийное производство внедрено более 300 его разработок. Причем значительная их часть — впервые. Это, например, первые советский легковой автомобиль НАМИ-1 и отечественный троллейбус; автобус вагонной компоновки; тракторы ХТЗ-НАТИ; автомобиль НАМИ-020 — прототип семейства автомобилей "Урал"; V-образный дизель НАМИ-019 (основа семейства двигателей ЯМЗ); работы по доводке легковых автомобилей для строящегося ВАЗа; технологические основы проекта крупнейшего в Европе автомобильного полигона в Дмитрове и многое другое.

Свидетельством преемственности фундаментальных научных школ института стали и работы 1980-х годов по созданию образцов экспериментальных автомобилей, двигателей, узлов и агрегатов — прототипов техники 2000-х годов. К их числу можно отнести концептуальные легковые автомобили "Дебют" и "Компакт", созданные в 1988 г. под предполагаемое производство в Елабуге; магистральный автопоезд "Тайфун", разработанный в 1989 г. в развитие перспективных конструкций автопоездов КамАЗ с осевой нагрузкой 13 т; полуторатонный автомобиль, ставший прототипом семейства "ГАЗель"; двигатели с изменяемыми степенью сжатия и рабочим объемом, перспективные двигатели, работающие на альтернативных топливах; агрегаты, в том числе гидромеханические передачи для автобусов, диапазонные коробки передач и автоматизированные системы управления коробками передач для грузовых автомобилей.

Высокий уровень разработок НАМИ последних лет подтверждается присуждением его специалистам трех премий Правительства Российской Федерации за внедрение семейства многоцелевых дизельных двигателей, соответствующих требованиям "Евро-2" (2002 г.); разработку и внедрение высокоэффективной технологии ускоренных испытаний автомобильной техники для сокращения сроков доводки и освоения ее в массовом производстве (1990 г.), триботехнологии на базе открытий эффекта безызносности при трении и явления водородного изнашивания металлов (2000 г.), а также высшей награды, Государственной премии в области науки и техники, за разработку научной концепции, создание и крупносерийное производство принципиально нового комплекса реабилитационных устройств управления модификациями автомобилей для инвалидов (1998 г.). Об этом же говорит и тот факт, что 11 июня 1994 г. НАМИ присвоен, а в 1997, 2000, 2002, 2004 и 2007 гг. подтвержден статус Государственного научного центра Российской Федерации. Ему дано право представлять Россию в рабочих органах КВТ ЕЭК ООН, а также международных организациях FISITA, ISATA, МТК-56, ИСО/ТК-22 и др.

НАМИ пользуется большим авторитетом за рубежом. О чем говорит ежегодное, начиная с 1984 г., избрание его представителя президентом или вице-пре-

зидентом Всемирного форума по согласованию требований к автомототехнике (WP.29).

Нынешнее развитие инициативы и предпринимательства в России в сочетании с государственной поддержкой науки позволяет ученым и инженерам института более оперативно, чем прежде, реагировать на потребности рынка как в сфере науки и техники, так и в сфере организации и управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами и не только. Например, после вступления в силу федерального закона "О техническом регулировании" существующая система сертификации подвергается коренному реформированию. Чтобы оно проходило более успешно, разработан проект концепции технического регулирования на полном жизненном цикле автомобиля, а также первый технический регламент "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ", который вступил в силу с октября 2005 г. Идет, в соответствии с утвержденной программой, и работа по другим техническим регламентам.

ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" аккредитован Ростехрегулированием в качестве испытательного центра продукции автомобилестроения, который является независимой технической службой сертификации с правом проведения испытаний по Правилам ЕЭК ООН. Результат: начиная с 2005 г., центр выдал уже более 3600 официальных протоколов испытаний.

НАМИ представляет Российскую Федерацию в техническом комитете международной организации по стандартизации ИСО/ТК-22 "Дорожный транспорт", на его базе функционирует национальный технический комитет ТК-56 "Дорожный транспорт", который также выполняет функции технического комитета по стандартизации в ААИ России. Кроме того, институт аккредитован Госстандартом России как орган по сертификации систем качества в соответствии с международными стандартами ИСО-9000, и именно здесь в 2006 г. создан независимый от потребителя и изготовителя Центр по сертификации механических транспортных средств.

НАМИ — один из основных разработчиков "Концепции развития автомобильной промышленности России", одобренной Правительством РФ в 2002 г., и проекта федеральной целевой программы "Создание автотранспортных средств нового поколения, работающих на альтернативных видах топлива, в том числе газовом, а также с применением комбинированных энергетических установок на 2009—2013 гг.". В целях реализации государственной промышленной политики в отечественном автомобилестроении институт на основе прогнозирования планирует свое участие в разработке стратегии развития автомобильной промышленности России на более длительную перспективу. Другими словами, основой деятельности НАМИ были и остаются фундаментальные и поисковые исследования. Причем по все увеличивающемуся числу направлений.

Высокий уровень работ, выполняемых специалистами института, определяется в первую очередь кадровым составом и авторитетом его научных школ. Поэтому руководство НАМИ делает все возможное, чтобы сохранить высококлассных специалистов по различным специальностям автомобилестроения и одновременно интенсифицировать подготовку молодых научных кадров, способных квалифицированно решать актуальные в настоящее время вопросы исследований и разработок в области автомобильной техники. И, надо сказать, довольно успешно. Вот примеры последних лет.

Научной школой "Прогнозирование стратегического развития автомобильной промышленности" разрабатываются и направляются в органы государственной власти основополагающие документы и материалы по стратегии развития автомобильной промышленности России на период 2010—2020 гг. Причем документы и материалы высочайшего научного уровня. Достаточно сказать, что представитель этой школы, член научно-технического и диссертационного советов института доктор экономических наук В.А. Москвин стал победителем международного конкурса "Европейский риск — менеджмент-2007", проходившего в Лондоне.

Специалистами школы "Научные основы развития автобусостроения" (руководитель — доктор технических наук, лауреат Государственной премии РФ О.И. Гируцкий) ведутся работы по созданию и внедрению в производство семейства перспективных городских автобусов и автобусов для перевозки детей.

Научной школой "Полный жизненный цикл автомобиля" (возглавляет ее доктор технических наук В.А. Звонов) созданы научные основы и разрабатывается нормативная база, обеспечивающая точную оценку экологической безопасности автомобилей в полном их жизненном цикле при реализации различных экологических мероприятий, в том числе применение альтернативных топлив.

Представителями школы "Сопротивление качению и аэродинамика" (руководит ею — доктор технических наук В.А. Петрушов) разработан и внедряется в рамках ЕЭК ООН не имеющий мирового аналога метод оценки качения автомобильных шин.

В ведении школы "Теория и расчеты двигателей с регулируемой степенью сжатия и рабочего объема" (руководитель — доктор технических наук В.Ф. Кутенев) — разработка и изготовление образцов таких ДВС для отечественных автомобилей, а также для фирмы "Даймлер-Бенц".

Специалистами научной школы "Устойчивость и управляемость" (руководитель — доктор технических наук Л.Л. Гинцбург) предложен метод инженерного расчета устойчивости и управляемости легковых, грузовых автомобилей и автопоездов; разработан электроусилитель рулевого управления для автомобилей ВАЗ.

Среди разработок школы "Перспективные агрегаты" (руководитель — доктор технических наук, лауреат Государственной премии РФ Ю.К. Есеновский-Лашков) научная база для расчетных исследований, механические коробки передач для легковых автомобилей

классов "А" и "В", а также гидромеханическая передача для легковых автомобилей класса "В" и "С".

Школе "Альтернативные топлива и комбинированные энергоустановки" (возглавляет ее — доктор технических наук В.Ф. Каменев) принадлежит изготовление образцов АТС на шасси автомобилей ЗИЛ-5301, оснащенных экологически чистыми энергоустановками нового поколения, использующими водородное топливо.

Специалисты школы "Электротранспорт" (руководитель — доктор технических наук А.А. Эйдинов) провели исследования и создали новую трансмиссию для троллейбуса большой вместимости, выпускаемого московским СВАРЗом.

Школой "Шум и вибрация" (руководитель — доктор технических наук В.Е. Тольский) разработана технология виртуального проектирования, предназначенная для доводки опытных образцов АТС с точки зрения их вибропрочности, вибронагруженности и акустических показателей.

Предпринимаются активные меры по привлечению в НАМИ молодежи. Делается это на основе подготовки специалистов на совместных кафедрах в ведущих вузах страны: МГТУ "МАМИ", МАДИ (ГТУ), МВТУ имени Н.Э. Баумана, МГАУ имени В.П. Горячкина а также в очной и заочной аспирантурах.

Как уже упоминалось, конечная цель исследований, проводимых в институте, — разработка концептуальных автомобилей, двигателей и их агрегатов. Понятно, что эти изделия не всегда могут быть за короткие сроки внедрены в серийное производство. Но что заводы отрасли поэтапно принимают предлагаемые отдельные прогрессивные решения и рекомендации — факт безусловный.

Примером могут служить мобильные малогабаритные транспортные средства (ММТС) для сельского хозяйства. В 2006—2007 гг. разработан типаж и изготовлены опытные образцы семейства этих транспортных средств особо малого, малого и среднего классов. Более того, уже проведены государственные приемочные их испытания.

ММТС представляет собой малогабаритный автомобиль высокой проходимости с колесной формулой 4×4, максимальной скоростью 60 км/ч и функциональной возможностью выполнения основных видов сельскохозяйственных работ. Они удостоены высших наград — "Гран-При" московских выставок "Золотая осень" в 2006 г., "Автомобильные технологии и материалы-2007", а также золотой медали выставки "Золотая осень-2007".

Подготовлен комплекс мер по широкомасштабному переводу сельхозтехники на природный газ и создан передвижной полевой газозаправщик, которому присуждена золотая медаль выставки "День российского поля-2007".

Со всеми этими разработками ознакомились в 2007 г. Президент РФ В.В. Путин и губернаторы регионов России, которые их одобрили.

Это говорит о том, что отраслевая наука способна решать проблемные вопросы в сжатые сроки и на высоком техническом уровне.

Важное социальное значение имеют работы по созданию школьных автобусов, проводившиеся под эгидой первого заместителя Председателя Правительства РФ, ныне — Президента Российской Федерации Д.А. Медведева. И здесь удалось сделать многое.

В частности, проанализировать транспортную составляющую инфраструктуры системы школьного образования, направленной на профилактику детского дорожно-транспортного травматизма; разработать технические задания на 11- и 22-местные школьные автобусы; выпустить эскизный проект и изготовить макетный образец 11-местного автобуса. (В 2007 г. проект награжден золотой медалью VII Московского международного салона инноваций и инвестиций.)

Есть у НАМИ пионерские проекты в других областях. Например, транспортное средство на шасси автомобиля ЗИЛ-5301 "Бычок" с энергетической установкой на базе топливных элементов, работающих на водороде. По плану уже отработаны схемные решения по адаптации электрохимического генератора; изготовлены основные узлы и агрегаты энергоустановки, подобраны необходимые материалы и комплектующие; собран опытный образец. О перспективности и эффективности принятых решений свидетельствует тот факт, что данная разработка удостоена серебряной медали VII Московского международного салона инноваций и инвестиций.

Для обеспечения отечественного рынка высокоэффективными автомобильными двигателями и двигателями многоцелевого применения в НАМИ ведутся работы межотраслевого значения, разрабатываются типоразмерные ряды бензиновых и дизельных силовых агрегатов. В них учтены перспективные требования по мощности, экономическим, экологическим и ресурсным характеристикам с учетом мероприятий по сокращению технологического отставания от аналогичной продукции зарубежных стран. К примеру, высокой наукоемкостью отличаются разработки в области перспективных двигателей с управляемым движением поршней, позволяющие изменять степень сжатия и рабочий объем.

Одна из таких разработок — опытные образцы двигателей ВАЗ с управляемой степенью сжатия для перспективных автомобилей ВАЗ — удостоена диплома и серебряной медали XIII Московской промышленной выставки 2007 г. Она, как и ее аналоги, позволяет ускорить реализацию системы регулирования степени сжатия в автомобильных двигателях, а также открывает новые возможности по созданию многотопливных модификаций ДВС.

Учитывая важность проблемы альтернативных топлив, специалисты НАМИ уделяют этой проблеме достаточно много внимания: проводят теоретические и экспериментальные исследования энергетической и эколого-экономической эффективности работы на биотопливах дизелей многоцелевого назначения в полном их жизненном цикле. В эти исследования входят

стадии возделывания растительных культур, производства топлив, его использования в дизелях с учетом затрат энергии невозобновляемых природных ресурсов, выбросов вредных веществ и ущерба окружающей среде. В результате определены физико-химические характеристики и составы масел (подсолнечного, рапсового, соевого и горчичного), которые используют для получения различных топлив — метиловых эфиров, смесевых на основе дизельного и биодизельного топлив, дизельного топлива и растительных масел. В итоге установлено: биотоплива действительно весьма эффективно способствуют снижению расхода невозобновляемых природных ресурсов и выброса парниковых газов, а также сокращению затрат на реализацию полного жизненного цикла дизелей с учетом ущерба окружающей среде. Исследования, кроме того, дали возможность разработать проекты стандартов на дизельные топлива с различным количеством биодобавок.

Как известно, Центральный автополигон (г. Дмитров) создавался в свое время как структурное подразделение (филиал) НАМИ. Затем он стал самостоятельной организацией — НИЦИАМТом. Однако опыт показал, что такое разделение себя не оправдывает: науке без эксперимента трудно и эксперименту без науки тоже. Поэтому 15 мая 2008 г. в соответствии с правительственными решениями в рамках формирования на базе ГНЦ ФГУП "НАМИ" Национального научно-исследовательского и сертификационного центра автомобилестроения НИЦИАМТ вошел в состав НАМИ. Таким образом, ФГУП "НАМИ" стал преемником по правам и обязательствам ФГУП "НИЦИАМТ", на базе которого создано структурное подразделение института — Научно-исследовательский центр по испытаниям и доводке автомототехники.

Подводя итоги деятельности НАМИ к юбилею, необходимо отметить, что его коллектив с оптимизмом оценивает перспективы своего развития как в ближайшие годы, так и на более отдаленную перспективу. И это объяснимо: экономика страны, машиностроительная отрасль, в том числе автомобилестроение, как ведущий компонент экономики, несмотря на сложность современных условий, находятся на подъеме. Так что работа предстоит большая, непростая и ответственная. Причем основные ее направления очевидны. Это — формирование стратегии и системы государственных мер по развитию автомобильной промышленности, в том числе в области стандартизации и технического регулирования; развитие материально-технической базы с целью обеспечения внедрения новых технологий в НИОКР, опытное производство и испытания автомобильной техники; консолидация научных школ, привлечение к работам института молодых квалифицированных управленческих, экономических, научных, инженерно-технических и рабочих кадров; поисковые исследования по внедрению нанотехнологий и наноматериалов в автомобильных агрегатах и узлах; создание научного задела по организации рабочего процесса малотоксичных многотопливных автомобильных двигателей с использованием мехатронных систем; работы над альтернативными топливами и многотопливными энергоустановками, обеспечивающими выполнение экологических норм "Евро-5" и "Евро-6"; разработка семейства АТС на базе электропривода и комбинированных энергоустановок, а также нового поколения автомобильных компонентов, обеспечивающих выполнение перспективных требований по ресурсосбережению, безопасности и экологии (в полном жизненном цикле).

Эти задачи, как и все другие в предыдущие 90 лет, будут, безусловно, решены. Залог тому — высочайшая квалификация научных, инженерно-технических и производственных кадров института, исторически сложившаяся традиция решать возникающие проблемы автомобилестроения точно, с позиций последних достижений науки и практики, всегда в интересах страны.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113/.115

Техническое регулирование в автомобилестроении: состояние и перспективы

Канд. техн. наук Б.В. КИСУЛЕНКО

Принятый в 2002 г. закон "О техническом регулировании" отменил законы "О сертификации продукции и услуг" и "О стандартизации" и создал новый правовой механизм, предусматривающий применение обязательных требований к продукции исключительно через новые нормативные правовые документы — технические регламенты. То есть он перевел стандарты в документы, используемые добровольно. Одновременно закон запретил вносить изменения в ранее принятые ведомственные нормативные правовые акты. В итоге "Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов" оказались "замороженными" на период до вступления в силу нового технического регламента. Пока же правительством утвержден специальный технический регламент "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории

Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ", разработанный в инициативном порядке специалистами НАМИ. В нем учитывается современный уровень развития отечественной автомобильной промышленности и предусматривается поэтапный переход к международным нормам в отношении выбросов вредных веществ. В частности, то, что выпуск 100 % автомобильной техники, соответствующей нормам "Евро-2", начался с момента вступления его в силу, т. е. с апреля 2006 г., нормы "Евро-3" вступили в силу с 1 января 2008 г., нормы "Евро-4" вступят с 1 января 2010 г. а "Евро-5"— с 1 января 2014 г.

В мае 2007 г. в закон "О техническом регулировании" внесли поправки, разрешающие вносить изменения в ранее принятые нормативные правовые акты. В этой связи НАМИ подготовил изменения № 1 к "Правилам по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов", в которых учли позитивный опыт устойчиво работающей системы сертификации АТС. Например, то, что российская система сертификации успешно решает две важные задачи. Во-первых, не пропускает на рынок России опасную для потребителя продукцию, отказывая в выдаче "Одобрений типа транспортных средств" и сертификатов соответствия на компоненты и запасные части. Во-вторых, создала побудительные мотивы изготовителям для более внимательного отношения к совершенствованию конструкции, разработке и постановке на производство новых безопасных моделей АТС. Например, по причине несоответствия требованиям, установленным системой сертификации, было отказано в выдаче "Одобрений типа транспортных средств" более чем 40 зарубежным и российским производителям АТС, а также на различные виды компонентов и запасных частей к ним (компоненты светотехники, элементы тормозных систем, детали подвески и т. д.). Итог известен: производители, оказавшись во все более ужесточающемся "силовом поле" требований сертификации, вынуждены более интенсивно заниматься совершенствованием конструкции, разработкой и постановкой производства новых моделей автомобилей.

Однако практика выявила и недостатки системы сертификации. В частности, появились злоупотребления в использовании схемы сертификации по минимальному перечню требований и по процедурам, связанным со сборкой АТС из комплектов. Некоторые отечественные производители искусственно начали вводить новые обозначения серийно выпускаемой продукции и тем самым избегали необходимости сертифицировать ее по полному перечню требований после трехразового использования одногодичной схемы сертификации. Кроме того, заявителями по сертификации стали представители российских фирм, не имеющие полномочий от изготовителей. Они закупают автомобили в странах с автомобильной промышленностью, находящейся в стадии становления (Китай, Индия, Иран и др.), и ввозят их в Россию без ведома производителя. Что делает неработающей систему гарантийных обязательств и, по сути, оставляет потребителя один на один с небезопасным, некачественным товаром. И система сертификации не имеет юридических оснований вмешаться в данную ситуацию.

"Изменения", о которых сказано выше, эти недостатки устраняют. В том числе и с точки зрения чисто юридических формулировок.

Так, в тексте "Правил..." более точной стала терминология. В частности, термин "Одобрение типа транспортного средства" сейчас определяется как аналогичная международной практике форма оценки соответствия типа транспортного средства требованиям безопасности, при которой конкретный орган путем административной процедуры, на основании результатов испытаний, подтверждает, что выпускаемые в России АТС (шасси), не эксплуатирующиеся ранее или ввозимые из-за рубежа на срок более чем шесть месяцев, удовлетворяют установленным требованиям.

Далее. В "Изменениях" предусмотрено, что АТС, изготовленное в период действия "Одобрения типа транспортного средства", считается соответствующим установленным требованиям и может быть реализовано потребителям без ограничения срока. Срок действия сертификатов соответствия и "Заключения о соответствии шасси" продлен до четырех лет. Кроме того, уточнены требования к заявителям сертификации: им может быть изготовитель продукции или уполномоченный им представитель, в установленном порядке зарегистрированный на территории России.

Внесены уточнения и в отношении сертификации малых партий транспортных средств. Для них исключена повторная сертификация в течение 12 календарных месяцев. При оформлении "Одобрения типа транспортного средства" на малые серии/партии возможность использования протоколов не сертификационных испытаний (в том числе, изготовителя) предусмотрена только в отношении транспортных средств, изготовленных на территории стран-участниц Женевского соглашения 1958 г. Наконец, "Одобрение типа транспортного средства" по минимальному перечню требований без ограничения объема серии (партии) может выдаваться на один тип транспортного средства один раз, но не более чем на 12 месяцев.

Как видим, система сертификации внесенными в нее изменениями дает определенные преимущества для производителей, зарегистрированных в странах-участницах Женевского соглашения 1958 г., в том числе и для российских, потому что Россия — его участник.

Кроме выше перечисленного, для определенной номенклатуры запасных частей к АТС предусмотрена возможность декларирования изготовителем соответствия его продукции предъявляемым требованиям.

Изменения коснулись и содержания требований. За период 2003—2007 гг., в течение которого, в соответствии с законом "О техническом регулировании", в систему сертификации невозможно вносить изменения, Всемирным форумом по гармонизации требований к автотранспортным средствам (РГ29) ЕЭК ООН были приняты более 20 новых Правил ЕЭК ООН. В "Изменения" включены некоторые из этих Правил. В част-

ности, те, что касаются защиты водителя и пассажиров при фронтальном и боковом столкновениях, безопасности автобусов, устойчивости автоцистерн против опрокидывания, транспортных средств для перевозки опасных грузов и др. Кроме того, в них актуализированы требования Правил, уже включенных в систему сертификации (по тормозным свойствам, местам крепления ремней безопасности, прочности сидений легковых автомобилей и автобусов, подголовникам, защитным свойствам кабин грузовых автомобилей, травмобезопасности наружных выступов кузова, противопожарной защите автомобилей и др.). Наконец, в перечень обязательных требований внесены актуализированные национальные стандарты и введены дополнительные, регламентирующие внутренний шум транспортных средств и установку световых приборов, а также ГОСТ 51160, оговаривающий требования к АТС, которые предназначены для перевозки детей.

Итог: перечень требований для легковых автомобилей расширен с 39 до 49 позиций, автобусов — с 38 до 47, грузовых автомобилей — с 39 до 46.

Это — шаг вперед. Но следует иметь в виду, что, к примеру, Директива № 2007/37 ЕС об утверждении типа легковых автомобилей предусматривает 51 требование при их официальном утверждении по типу конструкции.

Изменениями установлено, что новые требования имеют дифференцированные сроки введения: для впервые заявляемых на сертификацию АТС — с 01 июля 2008 г., а для серийной продукции — с 01 января 2010 г.

Вместе с тем, исходя из положений закона "О техническом регулировании" об установлении обязательных требований к продукции только через технические регламенты, ФГУП "НАМИ" продолжает работы над техническим регламентом "О безопасности колесных транспортных средств", разработка которого предусмотрена данным законом. Он установит правовые основы технического регулирования в отношении продукции автомобилестроения при ее выпуске в обращение и заменит действующие "Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов". Очень важно то, что его проектом предусмотрено: требования безопасности, разработанные и введенные в действие в соответствии с международными соглашениями, участницей которых является Россия, обязательны для выполнения на ее территории. Кроме того, в проекте заложена исчерпывающая номенклатура эксплуатационных характеристик и конструктивных свойств АТС (таких, как шумность, травмобезопасность элементов интерьера), которые должны подвергаться обязательному подтверждению соответствия путем сертификации третьей стороной.

Проектом определены также процедуры подтверждения соответствия требованиям безопасности типов транспортных средств (шасси), их единичных представителей (как новых, так и бывших в употреблении), а также их составных частей при выпуске в обращение. В отношении АТС различных категорий устанавливаются минимальные обязательные требования к конструктивной безопасности.

Для АТС, уже находящихся в эксплуатации, предусмотрена разработка еще одного технического регламента — "О безопасности автотранспортных средств в эксплуатации", в котором под эксплуатацией понимается использование по назначению, техническое обслуживание и ремонт АТС, а также возможность внесения изменений в их конструкцию. Одна из целей его — обеспечение, с учетом степени риска причинения вреда, механической безопасности переоборудованных колесных транспортных средств в том случае, если в их конструкцию вносятся изменения, которые могут повлиять на безопасность их последующей эксплуатации.

Далее, как известно, ряд показателей, в том числе, определяющих безопасность АТС, в процессе эксплуатации имеет тенденцию к снижению. Поэтому в проекте оговаривается, что в период эксплуатации АТС его безопасность должна оцениваться путем периодических технических осмотров.

Сказанное показывает, что процедура "Одобрения типа транспортного средства" остается одним из главных инструментов обеспечения комплексной безопасности отечественной автомобильной продукции. И что изменения к "Правилам по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов" — чрезвычайно важные элементы защиты российских потребителей и окружающей среды в переходном (до принятия технических регламентов "О безопасности колесных транспортных средств" и "О безопасности транспортных средств в эксплуатации") периоде.

УДК 629.113.002.68/.004.8

Состояние и перспективы создания системы утилизации АТС в России

Д-р техн. наук В.Ф. КУТЕНЕВ,
канд. техн. наук А.С. ТЕРЕНЧЕНКО

В 2007 г. в России было введено в эксплуатацию рекордное за последние 12 лет число АТС. Причем первичные продажи легковых автомобилей превысили 2,75 млн шт., в том числе 1,2 млн — новых иномарок, 715,3 тыс. — новых российских автомобилей, 385,1 тыс. — ввезенных подержанных иномарок и 439,2 тыс. — зарубежных автомобилей российской сборки. В итоге легковой автопарк достиг 28,0 млн ед. и данная тенденция, по мнению аналитиков, сохранится. Например, к 2015 г., по прогнозам, у нас будут продавать 3—3,5 млн легковых АТС в год, и по продажам Россия выйдет на второе (после Германии) место в Европе, а к 2020 г. парк легковых автомобилей составит 49 млн ед., т. е. он будет почти удвоен и в ос-

новном только за счет автомобилей, произведенных зарубежными фирмами как на территории РФ, так и за ее пределами.

Такой бурный рост автопарка неизбежно сопровождается его обновлением. Скажем, в том же 2007 г., если судить по официальным данным, у нас из эксплуатации было выведено 650 тыс. АТС, т. е. по данному показателю Россия уже на мировом уровне (2—3 % объема автомобильного парка). А это означает, что к 2020 г. в РФ потребуется утилизировать до 2,5 млн ед. автомобильной техники ежегодно. Отсюда вывод: стране необходима хорошо организованная, надежно работающая система сбора и утилизации автомобильной техники, а также отходов текущей эксплуатации автотранспорта.

Надо сказать, что до 2003 г. у нас существовала система налогообложения на транспорт, согласно которой автовладелец оплачивал транспортный налог только при прохождении периодического технического осмотра. В связи с чем автомобили, вышедшие из эксплуатации, не снимались с учета, а купля-продажа подержанных автомобилей часто происходила по генеральной доверенности. Это приводило к тому, что владелец по документам и реальный владелец оказывались не одним и тем же лицом. С 2003 г. транспортный налог ежегодно взимает налоговая инспекция, и прекратить оплаты можно только после снятия автомобиля с учета в ГИБДД. А чтобы снять автомобиль с учета на утилизацию, достаточно письменного заявления его владельца, т. е. какого-либо документального подтверждения о том, что автомобиль принят пунктом по переработке, не требуется. Поэтому сейчас только 17 % всех подлежащих утилизации АТС попадают на аккредитованные предприятия, а 83 % после разборки на запасные части и расходные материалы оказываются брошенными. Хотя от Советского Союза России досталась широкая сеть предприятий по переработке черных и цветных металлов, резинотехнических изделий (в первую очередь шин), масел, аккумуляторов и др.

В последнее время появились предприятия, которые занимаются утилизацией вышедших из эксплуатации автомобилей. Но их главная цель — получение прибыли, а вопросы экологии и охраны труда их не волнуют. Разбирают технику вручную, с помощью ацетиленовой резки на необорудованных площадках. Таким же образом поступают и в самом крупном в России ломоперерабатывающем холдинге "Группа МАИР", который ежегодно экспортирует до 5 млн т стального металлолома. Плохо и то, что в стране фактически отсутствует система сбора автомобильных отходов.

Для создания и обеспечения эффективного функционирования системы сбора и утилизации снятых с эксплуатации АТС нужно, по мнению авторов, разработать законодательную базу, включая закон или постановление правительства об утилизации автотранспортных средств и пакет поправок к существующим законодательным актам Российской Федерации, а также комплекс нормативных и методических материалов, в том числе специальный технический регламент "О требованиях безопасности при утилизации вышедших из эксплуатации транспортных средств и их составных частей"; провести комплекс НИОКР и создать современные технологии конструирования АТС с учетом последующей разборки и утилизации, ускоренной разборки, идентификации материалов, восстановления деталей и узлов для повторного использования, рециклирования автомобильных материалов (РТИ, пластмасс, стекол, масел и технических жидкостей); как можно быстрее внедрять инновационные проекты по созданию региональной сети предприятий, способных собирать отходы текущей эксплуатации и выслужившие свой срок АТС, а также промышленных предприятий по шредерной переработке кузовов и деталей АТС, идущих в металлолом.

При решении перечисленных задач можно воспользоваться зарубежным опытом создания таких систем. Например, голландский опыт говорит о том, что система должна представлять собой двухуровневую отрасль, на первом уровне которой находятся предприятия, занимающиеся приемкой и очисткой автомобилей, на втором — шредерные. Необходимо, чтобы расходы по утилизации автомобилей несли автомобилестроители или их дилеры, причем на начальном этапе — именно дилеры: при продаже каждого автомобиля дилер должен внести утилизационный сбор в негосударственный некоммерческий фонд утилизации автомобилей, в который должны входить переработчики обоих уровней, производители автомобилей, а также, возможно, страховые компании, банки и государственные органы. (Почему нужен фонд негосударственный, известно: государство, собрав деньги, направляло бы их на "государственные" нужды.)

Собранные таким образом денежные средства целевым образом необходимо направлять на осуществление программы по созданию в стране единой системы (отрасли) утилизации АТС. Общая стоимость программы, рассчитанной на 5—6 лет, составляет ~7 млрд евро. На эти деньги должно закупаться современное технологическое оборудование для оснащения вновь создаваемых предприятий как первого, так и второго уровня.

Учитывая географию нашей страны, строительство шредеров целесообразно вести в основном вблизи городов-миллионников и крупных транспортных узлов. Вокруг одного шредерного предприятия должно создаваться как минимум два пункта приемки и очистки автомобилей.

По мере реализации данной программы размер утилизационного взноса, естественно, должен пересматриваться в сторону уменьшения. Потому что, когда отрасль создана и функционирует, вся деятельность ее предприятий на всех уровнях становится прибыльной и самоокупаемой и должна осуществляться на условиях рыночной конкуренции. Но на первых порах она нуждается в финансовой поддержке извне.

Таким образом, с каждой первичной продажи АТС на территории РФ дилер или частное лицо оплачивает утилизационный сбор в некоммерческий фонд.

Средства расходуются на создание, развитие и функционирование системы утилизации. Но при экспорте налог возвращается. Снять же автомобиль с учета можно только при предъявлении документа о его принятии на утилизацию в аккредитованное предприятие.

Сейчас наиболее развитая система законодательства по утилизации транспортных средств, вышедших из эксплуатации, действует в ЕС, поэтому при разработке российской системы целесообразно учесть основные Директивы 2000/53/ЕС "О транспортных средствах, вышедших из эксплуатации", 2005/64/ЕС "Об одобрении типа транспортных средств в отношении повторного использования, рециклирования и регенерации энергии" и поправок к Директиве 70/156/ЕЕС; решения комиссии 2002/151/ЕС "О минимальных требованиях к сертификату на утилизацию в соответствии со статьей 5(3) Директивы 2000/53/ЕС "О транспортных средствах, вышедших из эксплуатации"; решения комиссии 2003/138/ЕС "Установление стандартов на маркировку материалов и компонентов транспортных средств в соответствии с Директивой 2000/53/ЕС "О транспортных средствах, вышедших из эксплуатации", а также другие законодательные акты, действующие в ЕС.

В настоящее время, как известно, идет работа над всей системой технического регулирования в области автомобилестроения. Согласно этой системе, основным нормативным и законодательным документом для АТС станет федеральный закон — специальный технический регламент "О безопасности колесных транспортных средств и их компонентов". В его состав будет входить и специальный технический регламент "О требованиях к безопасности при утилизации вышедших из эксплуатации колесных транспортных средств и их составных частей". Объектами его регулирования будут колесные транспортные средства (легковые и грузовые автомобили, автобусы, а также изготовленные на их базе колесные транспортные средства, в том числе специальные); отходы их текущей эксплуатации; процессы сбора и хранения, подготовки к утилизации, разборки и утилизации колесных транспортных средств, вышедших из эксплуатации, и их составных частей. Основные вопросы, рассматриваемые в данном регламенте: требования к конструкции колесных транспортных средств и их составных частей для безопасной утилизации после их выхода из эксплуатации; требования к обеспечению безопасности при сборе, хранении, подготовке к утилизации, разборке и утилизации вышедших из эксплуатации таких транспортных средств и их составных частей; процедуры подтверждения соответствия требованиям безопасности утилизации и данного технического регламента. Впрочем, необходимо отметить, что все требования к АТС, а также к системе их сбора и утилизации будут максимально гармонизированы с законодательством ЕС и будут отражать экономические и политические интересы России.

Таким образом, Россия приступила к организации системы утилизации автотранспортных средств, вышедших из эксплуатации, разрабатывается нормативно-законодательная база, создаются региональные системы сбора и переработки отслуживших автомобилей. Однако предстоит решить большой комплекс вопросов, связанных с отладкой схем финансирования перерабатывающей отрасли и упорядочивания системы снятия автомобилей с учета по окончании срока их эксплуатации.

АСМ-факты

В ноябре 2008 г. на площадях ВВЦ состоится первая специализированная выставка "АВТОЗИМА-2008. Автомобильная техника, товары и услуги для зимних и экстремальных условий". Ведущие компании, работающие в сфере автомобильной техники, товаров и услуг для зимних и экстремальных условий, впервые соберутся на одной площадке и продемонстрируют современные и инновационные разработки, смогут завязать новые контакты.

Данный выставочный проект не имеет пока аналогов ни за рубежом, ни в СНГ. Между тем его идея весьма логична и актуальна именно в отечественных, довольно специфических условиях. Это и неблагоприятные погодные условия, длящиеся в большинстве федеральных округов более полугода и диктующие ряд особых требований к транспортным средствам, организации движения и самого процесса перевозок; и неразвитость качественной дорожной сети; и большое число возникающих экстремальных и кризисных ситуаций, связанных со стихийными и техногенными бедствиями и др., при которых четкая работа транспорта приобретает особую, жизненную значимость.

Организатор мероприятия — ОАО "АСМ-холдинг". Концепцией выставки предусмотрены три специализированные экспозиции.

Первая — "***Автомобильная техника, адаптированная к зимним и экстремальным условиям***". Здесь будут представлены коммерческие и легковые транспортные средства, внедорожная и специальная техника высокой проходимости, автомобили-амфибии, снегоболотоходы, снегоходы, квадрициклы, аэросани, мотовездеходы, техника для зимнего автоспорта, тракторомобили и минитранспортеры повышенной проходимости. Интерес посетителей выставки несомненно вызовут разработки Ишимбайского завода транспортного машиностроения — мирового лидера в производстве сочлененных вездеходов. Специализированные малые фирмы и компании намерены показать широкую номенклатуру наземного внедорожного транспорта, грузовые шарнирно сочлененные вездеходы на шинах низкого (0,2 кгс/см^2) давления, плавающие внедорожники 6х4 и многие другие оригинальные проекты. Свои разработки в этом разделе планируют показать НАМИ и НИЦИАМТ: тракторомобили семейства ММТС, вездеходные транспортные средства на высокоэластичных торовых движителях и другие наукоемкие проекты.

Вторая экспозиция — "***Автокомпоненты, системы и материалы***". Среди них — специализированные агрегаты, приборы, электронные, нагревательные и климатические системы, шины, диски и резино-

технические изделия для пониженных температур, технологии ошиповки шин; горючесмазочные всесезонные материалы, автомобильная химия и косметика, тюнинг-дизайн, специальные материалы. На стендах данного раздела планируется широко представить новые автомобильные климатические установки с управлением температурой, влажностью, направлением и скоростями воздушных потоков; различные масла, присадки и рабочие жидкости, разработанные "НАМИ-хим", ВНИИНП и другими специализированными предприятиями, а также большой выбор ГСМ, представленных дилерами.

Третий раздел выставки — "***Сезонное обслуживание, ремонт и эксплуатация***", включает: техобслуживание, ремонт и утилизацию; туризм и отдых; дорожное, гаражное и коммунальное хозяйство; тренажерную технику и комплексы; оснащение паркингов и парковок для нашего климата; обучение вождению в зимних и экстремальных условиях. Задача раздела — помочь автолюбителям и профессионалам вовремя и грамотно подготовить автомобильную технику к зиме, выбрать необходимые расходные материалы, спланировать зимний туризм и моторизованный отдых, установить интересные маршруты для автопутешествий, обновить новый зимний гардероб и потребительские товары. В частности, посетители выставки увидят мобильную снегоуборочную технику, различные модификации мобильных снегоплавильных установок, предназначенных для уборки снега на дворовых территориях, парковках офисных или торговых центров, других объектах инфраструктуры.

В рамках мероприятий деловой программы для специалистов и посетителей в течении всех дней работы выставки пройдут: конференции, семинары и практикумы по специфическим проблемам конструкции, производства и эксплуатации транспорта в зимних и экстремальных условиях; презентации и пресс-конференции отечественных и зарубежных фирм — участников выставки; тест-драйвы, мастер-классы и соревнования по фигурному и безопасному вождению и дорожному движению и др.

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 656.137

Первый в мире типаж мобильных малогабаритных АТС для сельского хозяйства

Д-р экон. наук А.А. ИПАТОВ,
канд. техн. наук Т.Д. ДЗОЦЕНИДЗЕ, И.М. МИНКИН,
А.К. ПОНОМАРЕВ, Д.А. ЗАГАРИН

Аграрный сектор России обладает огромными потенциальными возможностями. В частности, он располагает 10 % мировой пашни и 30 % черноземов. То есть наша страна, несмотря на суровые климатические условия, может не только себя обеспечивать высококачественной сельхозпродукцией, но и поставлять ее на мировой рынок.

Но при устойчивой тенденции сокращения доли сельского хозяйства в бюджете страны (с 19,5 % — в 1991 г. до 0,6 % — в 2005 г.) эту важную для России проблему можно решить только на основе внедрения новейших агротехнических технологий и одновременного переоснащения агропромышленного комплекса новой высокоэкономичной и производительной техникой. Причем последнее особенно важно: по оценкам специалистов, только от снижения уровня механизации сельхозпроизводства страна ежегодно теряла в предыдущие годы не менее 30 % урожая сельскохозяйственных культур. Это вполне объяснимо: многие сельхозпредприятия фактически распались, а оставшиеся, как правило, убыточны и не имеют возможности закупать новую технику, а техника, которая у них имеется, уже на 60—70 % выработала свой ресурс. И ни отечественные производители, ни расширение импорта не способны быстро решить возникшую проблему. Решать же ее, по вполне понятным причинам, жизненно необходимо. Поэтому некоторые специалисты рекомендуют с этой целью обратить более пристальное внимание на крестьянские (фермерские) и личные подсобные хозяйства населения. Ведь не секрет, что сегодня именно они производят более 55 % валовой продукции сельского хозяйства страны, обрабатывая всего лишь 25 млн га пашни и используя при этом не только изношенную сельхозтехнику, но и лошадей, и ручной труд. Эти хозяйства, очевидно, нужно технически перевооружить как можно быстрее. Причем дать им доступные по цене мобильные малогабаритные транспортные средства (ММТС), способные выполнять не только транспортные, но и некоторые сельскохозяйственно-технологические операции. Именно разработка такой техники, освоение ее производства, создание государственной системы ее приобретения сельхозпредприятиями любой формы на условиях лизинга позволит решить целый комплекс проблем сельских жителей и будет способствовать ускорению социального развития села.

И надо сказать, что руководство Минсельхоза РФ к рекомендациям специалистов прислушалось: в 2006—2007 гг. оно по результатам проведенных конкурсов заключило с НАМИ государственные контракты на проведение институтом научных исследований, разработку типажа и создание семейства ММТС для сельского хозяйства.

Специалисты НАМИ начали свою работу с изучения мирового и отечественного опыта в этой области. Однако анализ доступной информации об особенностях развития АТС многоцелевого назначения за рубежом показал: автомобилей, специально предназначенных для сельской местности и одновременно для эксплуатации на дорогах общего пользования, там не выпускают. Видимо потому, что на Западе существует хорошо развитая дорожная сеть, в том числе в сельской местности; там более мягкий климат; сельскохозяйственным производством занимаются все более крупные фермерские хозяйства, а промышленность поставляет много типажей тракторов, автомобилей и разнообразных взаимодополняющих типов машин, позволяющих удовлетворять специфические требования узкого круга заказчиков. Что же касается отечественного опыта, то он сводится к разработке многоцелевых полноприводных транспортно-технологических тяговых шасси типа "Унимог" легкой и средней серии, а также попыткам создать многоцелевые мобильные энергетические средства, сочетающие качества автомобиля и трактора и способные работать со шлейфом навесного оборудования, предпринимавшимся в 1990-е годы ОАО "ВИСХОМ", ПО "Уралтрансмаш" (Екатеринбург), МТЗ, АМО "ЗИЛ", ОАО "ГАЗ", ПО "Таганрогский комбайновый завод", ОАО "ВНИИтрансмаш", НПО "ВНИИстройдормаш" и др. Однако следует заметить, что сегодня в мелкосерийном производстве находятся две-три модели таких транспортных средств. Да и то приспособленных только для

а)

б)

Рис. 1. ММТС НАМИ-2339 (а) и НАМИ-1339 (б)

коммунальных служб крупных городов страны. Так что можно сказать, что попытка практической реализации проекта "Унимог" в отечественных условиях закончилась неудачей. И ее причины очевидны. Во-первых, проект подразумевал единовременное решение проблем в коммунально-дорожном хозяйстве города и села, в лесном хозяйстве, системе министерства путей сообщения, сельском хозяйстве и оборонной сфере; во-вторых, прототипом было выбрано изделие "Унимог", которое в наименьшей степени приспособлено к быстрому освоению на отечественной серийной агрегатной базе и без крупных капиталовложений. Другими словами, чрезмерная универсальность "Унимога" привела к конструктивному его усложнению, удорожанию, а в ряде случаев и к необоснованному повышению прочности всей конструкции. При этом "Унимог" относится к числу полноприводных автомобилей типа 4×4 с относительно высокими техническими показателями проходимости, но отличается малым размером платформ и неоправданно высокой для автомобилей таких размеров материалоемкостью. Кроме того, при максимальном сцепном весе он существенно уступает трактору в тяговых качествах и производительности, особенно на мягких грунтах. И, наконец, технические особенности "Унимога" удорожают эксплуатацию в качестве полноценного транспортного средства, особенно для индивидуального использования, а наличие неблокируемой пружинной подвески способствует в сельском хозяйстве снижению качества обработки почвы.

На основании сказанного выше был сделан вывод: решение проблемы — в создании ММТС. Причем, если исходить из понимания особенностей транспортных проблем и потребностей сельских жителей нашей страны, то нужны ММТС различных классов, которые пригодны для эксплуатации на дорогах общего пользования, преодоления бездорожья с пассажирами или грузом и приспособлены для выполнения вспомогательных агротехнологических операций. Иначе говоря, ММТС, образующие единый типаж.

В результате проведенных НАМИ НИОКР такой типаж был разработан. Он включает ММТС трех классов — особо малого, малого и среднего. Все входящие в него машины совмещают функции автомобиля и средств механизации агротехнологических операций в личных, подсобных, малых и средних фермерских хозяйствах и других предприятиях сельскохозяйственного назначения.

Одним из основных принципов, заложенных при разработке концепции типажа, был следующий: ММТС должны изготовлять отечественные автомобильные и тракторные заводы, причем из компонентов отечественного производства. В этом смысле особое значение имеют технологические возможности российских заводов, которые нуждаются в новых разработках для выпуска продукции, не только расширяющей уже освоенные рыночные ниши, но и способствующей созданию новых ниш и сегментов рынка малогабаритных мобильных транспортных средств.

Класс ММТС определяется в зависимости от номинального тягового усилия на крюке, возможность выполнения технологических работ в сельском хозяйстве — особенностями конструкции: дизель, трансмиссия с широким диапазоном передаточных отношений, вал отбора мощности и установочные места для агрегатирования навесного оборудования. Но ММТС, в отличие от малогабаритных тракторов, представляют собой транспортные средства, предназначенные для эксплуатации в том числе и на дорогах общего пользования, не являясь помехой для попутных транспортных средств, ведь их максимальная скорость — 50 км/ч. Для эффективного преодоления бездорожья они имеют достаточную энерговооруженность, усилитель рулевого управления и подвеску колес, электрогидравлическую систему управления узлами и агрегатами трансмиссии.

Разработанный в 2006 г. типаж был реализован в виде опытных образцов различных ММТС двух (рис. 1 и 2) классов, а в 2007 г. — в виде семейства из шести (рис. 3) образцов. И те, и другие сконструированы по модульному принципу. То есть по принципу, который позволяет относительно просто и при достаточном уровне технологичности ориентироваться на технологические возможности заводов автомобильной и тракторной промышленности. Иными словами, использовать возможности как производств с жесткими технологиями, так и отдельные модули, полученные по кооперации на сборочные участки. Данный принцип дает возможность, кроме того, расширять типоразмерный ряд в будущем за счет разработки и изготовления средне- и крупногабаритных мобильных средств для сельского хозяйства в виде автомобилей, различных по базе, а также по функциональным возможностям. Для этого достаточно применить разное число модулей последующих уровней, узлов и агрегатов для их соединения.

Типичный из модулей — кабина в сборе. Она для всего типоразмерного ряда имеет конструкцию с металлическим несущим каркасом и навесными панелями из современных композитных материалов, большую площадь остекления и унифицирована внутри типоразмерного ряда по единым при-

Рис. 2. ММТС НАМИ-1338, НАМИ-1337 и НАМИ 2338

а)

б)

в)

г)

Рис. 3. ММТС НАМИ-233803-0001010 (а); НАМИ-233801-0000010 (б); НАМИ-233802-0000010 (в); НАМИ-233805-0000010, НАМИ-233805-0000010 и НАМИ-233804-0000010 (г)

соединительным элементам и размерам, оборудованию и органам управления. Унифицированы также двери с остеклением, их арматура, навеска, крепеж и запирающие устройства. Причем уровень унификации можно обеспечить при выполнении кабин в одно-, двух-, трех- и пятиместном вариантах.

Отсутствие на рынке подобного класса транспортных средств делает задачу создания ММТС особенно актуальной. Такие средства способны переломить во многом негативную ситуацию с насыщенностью сельского хозяйства доступными многофункциональными транспортными машинами, резко повысить мобильность большинства сельских жителей, механизировать их труд и способствовать решению целого ряда социальных проблем на селе.

Лабораторные, а также пробеговые и полевые испытания опытных образцов показали, что ММТС различных классов по своим параметрам и функциональному назначению в основном соответствуют требованиям технического задания. Эти результаты во многом обусловлены тем, что в НАМИ работам в области теории расчета транспортных средств высокой проходимости всегда уделялось и уделяется пристальное внимание. Например, здесь в течение многих лет проводились экспериментальные исследования движения полноприводных двух- и трехосных автомобилей с блокированными и дифференциальными приводами, одинарной ошиновкой и различными типами трансмиссий, послужившие основой для теоретического обоснования основных конструкторских решений, воплощенных в автомобиле НАМИ-020, ставшего прототипом при создании автомобиля "Урал-375", который долгое время был непревзойденным по своим эксплуатационным качествам.

На базе проведенных в институте теоретических исследований предложены методы расчета сопротивления качению, динамического фактора и расхода топлива полноприводных автомобилей с учетом влияния межосевых и межколесных дифференциалов, а также механизмов блокирования. На основе исследований изучали тяговые качества, проходимость, устойчивость и управляемость транспортных средств, оборудованных полноприводными трансмиссиями, при движении на скользких и деформируемых поверхностях, результаты теоретических исследований воплощали в полноразмерные ходовые опытные образцы многоцелевых и многофункциональных транспортных средств, которые после всесторонних испытаний ставили на конвейеры автозаводов. И один из примеров тому — разработанный по инициативе Госсельхозтехники СССР совместно с ГКБ по прицепам (г. Балашов) и ЯМЗ принципиально новый автопоезд-самосвал КАЗ-4540 + ГКБ-8535 для сельского хозяйства, который после успешных всесторонних испытаний в середине 1980-х годов был запущен в серийное производство.

По расчетам маркетологов, изучавших мнения отдельных граждан и официальных представителей организаций, потребность в ММТС с новой совокупностью потребительских качеств составит ~30 тыс. шт. в год, а приемлемая цена одной машины должна находиться в пределах 230—260 тыс. руб. Причем предусмотренное типажом семейство ММТС может найти широкое применение как на равнинной, так и в условиях холмистой местности, в отгонном животноводстве и т. п.

В дальнейшем в НАМИ разработан и утвержден заказчиками "Перечень обязательных технических требований" к этому вновь разрабатываемому классу техники, а также технические задания на семейство транспортных средств с широкими функциональными возможностями: базового шасси с валом отбора мощности для привода навесного оборудования, самосвала с трехсторонним опрокидыванием и задним валом отбора мощности; самосвала с надстроенными бортами для перевозки кормов; бортового грузового ММТС с краном-манипулятором; пикапа; автомобиля с опрыскивателем. Для них подготовлена конструкторская и технологическая документация, которой после доработки по результатам государственных приемочных испытаний присвоена литера O_1 (инструкция по эксплуатации, паспорт). Для других модификаций изготовлены опытные образцы, которые прошли предварительные испытания на стендах НАМИ и различных хозяйственных работах (уборка территории института и близлежащих площадок, дорог и обочин; перевозка грузов в виде балласта; выполнение вспомогательных работ в качестве межцехового транспорта на заводе опытных конструкций и т. д.). Полученные положительные результаты предварительных испытаний позволили принять решение отправить опытные образцы на государственные приемочные испытания на кубанскую МИС своим хо-

дом. Причем пробеговые испытания и маршруты были построены с целью максимального воздействия на ходовую систему ММТС, а горная местность в достаточной мере обеспечивала нагрузку и силовой установке. И все образцы испытания выдержали.

Так, при испытании на преодолении брода (длина более 15 м и глубина 0,6—0,8 м) с гравийно-галечниковым дном, плавным въездом и выездом с углом наклона 8—13° было отмечено, что машины не всплывают, не пробуксовывают, движутся по заданному маршруту, справляясь с течением (потоком) воды. В полевых условиях ММТС было оборудовано культиватором, обычно агрегатируемым с тракторами тягового класса 0,9. По параметрам агрегатирования он замечаний не имел. Как и по результатам тяговых испытаний. То есть он подтвердил класс тяги 0,9. Самосвальные модификации были задействованы для перевозки сыпучих и других грузов. Все ММТС прошли испытания на проходимость по раскисшим грунтам.

Однако не обошлось и без недостатков образцов. Например, обнаружились частые отказы комплектующих, приобретенных через торговую сеть, хотя все детали, изготовленные в условиях опытного производства НАМИ, испытания выдержали.

Особое внимание уделялось результатам испытаний гидравлической системы, когда из-за случайного стечения обстоятельств произошел гидроудар, вследствие которого деформировалась несущая рама. Для исключения повторения таких случаев внесли конструктивные изменения, направленные на усиления несущей рамы, и ввели в конструкцию лонжероны закрытого коробчатого сечения. В результате гидравлическая система испытания прошла.

Для устранения выявленных недостатков, доработки конструкций и конструкторской и другой документации разработан и утвержден "План график мероприятий", который в дальнейшем был полностью реализован, конструкторская документация доработана по результатам приемочных испытаний с присвоением литеры "$О_1$".

Процесс создания семейства ММТС широко освещался в прессе, опытные образцы отмечены высокими наградами международных и отечественных выставок, с ними ознакомились большинство руководителей регионов РФ, члены Правительства, а Президент России В.В. Путин лично опробовал одну из модификаций на выставке-демонстрации "День российского поля-2007". И это вселяет уверенность, что отечественные предприятия начнут серийный выпуск машин для обеспечения хозяйств и населения в сельской местности доступными по цене мобильными малогабаритными транспортными средствами.

УДК 629.114.5

Городские автобусы: тенденции, состояние и перспективы развития[1]

Д-р техн. наук О.И. ГИРУЦКИЙ, Д.А. ЗАГАРИН,
В.В. БЕРБЕРЯ, Н.С. КУЗНЕЦОВ

Начало XXI века характеризуется очередным этапом развития конструкций городских автобусов. Основные тенденции этого развития: создание унифицированных семейств автобусов размерности 9—18 м; массовое применение малых городских автобусов; сохраняющаяся тенденция 1980-х годов их низкопольности; исполнение по модульному принципу, следовательно, сходность компоновки и конструкции основных агрегатов и т. д. К числу особенностей нынешнего этапа развития автобусостроения можно также отнести "уплотнение" мирового автобусного парка, обусловленное тем, что сравнительно молодые производства Испании, Польши, Турции, Египта, Китая и других стран поднимают технический уровень своей продукции, а спрос на современные городские автобусы растет медленно. Поэтому производителям приходится искать новые пути снижения производственных издержек и повышения эксплуатационной привлекательности автобусов. В том числе и создавать объединения ("Эвобус", "Ирисбус", "Неоман", "РусАвтобусПром" и др.), позволяющие концентрировать значительные средства на модернизацию конструкций и производств; практиковать глобальный сорсинг, дающий возможность снизить трудозатраты и цену готовой продукции, что особенно важно в условиях роста доли оплаты труда в себестоимости изделий, а также обеспечивать ряд преимуществ в эксплуатации: приобретение подвижного состава обходится потребителю дешевле, поскольку за счет снижения номенклатуры запасных частей, расходных материалов и унификации инструмента при обслуживании снижаются эксплуатационные издержки; облегчается и ускоряется процесс обучения водительского состава и персонала обслуживающих и ремонтных служб. Россия со всех этих точек зрения — не исключение: перечисленное выше в той или иной мере наблюдается и у нас.

Так, за 10 лет (1997—2007 гг.) производство автобусов в стране выросло более чем в 2 раза. Причем на долю трех лидеров (ГАЗ, ПАЗ и УАЗ), специализирующихся на выпуске автобусов малого и особо малого классов, в последние три года приходится 81 %. Однако если рассмотреть ситуацию по отдельным классам автобусов, то картина получается другой. Например, за пять лет автобусов малого и особо малого классов было изготовлено на 30 % больше, средних — в 7 раз, а больших — в 2 раза. Поэтому в общей структуре производства доля автобусов малого и особо малого классов упала с 93 до 91 %, а большого класса − возросла с 5 до 7 %.

И данная тенденция сохраняется. Скажем, если сравнить 2006 и 2007 гг., то видно, что главный изготовитель автобусов особо малого класса, ГАЗ, сократил их выпуск на 7 %, а СемАР − даже на 27 %. Правда, УАЗ объем производства увеличил на 18,5 %, однако это не изменило общую тенденцию падения спроса на автобусы данного класса, что может означать лишь одно: их выпуск практически полностью обеспечивает количественные потребности данного сегмента российского рынка.

В малом классе лидером является ПАЗ: на его долю приходится ~80 % их выпуска. Но и он в 2007 г. увеличил объем производства лишь на 4,5 %. То есть выпуск достиг уровня, достаточного для пополнения и обновления парка этих ТС. Причем даже с учетом того, что автобусы малого класса по-прежнему наиболее привлекательны для небольших населенных пунктов и по численности занимают второе место после автобусов особо малого класса.

Автобусы среднего класса в России представлены единственной базовой моделью, — ПАЗ-4320 "Аврора", которую выпускают Павловский и Курганский заводы в разных модификациях и производственных условиях. Во многом именно поэтому в 2007 г. объем его производства увеличился на 24 %. Но главное в другом: ПАЗ-4320 обладает явными потребительскими преимуществами перед своим "собратом" малого класса ПАЗ-3205 и автобусами особо малого класса. Во-первых, он вместительнее, во-вторых, комфортабельнее; в-третьих, дешевле больших автобусов такого же назначения; в-четвертых, замена автобусов малого и особо малого классов на более вместительные среднего класса позволяет существенно снизить удельные затраты на перевозку пассажиров и повысить безопасность на дорогах.

Автобусы большого класса в настоящее время наиболее востребованы общественным транспортом в крупных населенных пунктах. Из-за чего объемы их производства за 10 лет и выросли в 14 раз. Причем темпы этого роста в 2004−2006 гг. непрерывно увеличивались: 2004 г. — 14 %, 2005 г. — 18, 2006 г. — 20 %. Правда, в 2007 г. рост несколько замедлился. Это хорошо

[1] Дизайн школьного автобуса разработан А.К. Пономаревым.

видно из статистики: ЛиАЗ, лидер данной подотрасли, снизил выпуск на 7 %; НефАЗ, объемы производства которого приближаются к половине объемов ЛиАЗа, — на 7,6 %. Из остальных пяти заводов, занятых производством автобусов большого класса, два наращивали их объемы: "Тушино-Авто" — на 155,5 % и МЗПА — на 84,1 %, а три имели спад производства. И это, повторяем, при дефиците предложения в этой нише рынка, который покрывает импорт из Германии, Белоруссии и Китая.

Автобусы особо большого класса (15-метровые и сочлененные) занимают в России очень ограниченную нишу рынка, т. е. они наименее востребованы: в 2007 г. их выпущено всего 10 % по сравнению с автобусами большого класса. Причем их производство по годам отличается повышенной нестабильностью.

Причины ограниченности и нестабильности такого положения хорошо известны. Среди них: их высокая цена, технологические и эксплуатационные проблемы. Да, они прекрасно справляются с большими пассажиропотоками в часы пик, но в остальные часы их загрузка резко падает. Кроме того, они недостаточно маневренны на узких городских улицах, особенно в часы пик при общей перегруженности дорог автомобилями. Так что вывод очевиден: потребность в автобусах особо большого класса может существенно увеличиться только после создания такой системы управления городскими пассажирскими перевозками, которая будет способна исключить холостые пробеги и длительные простои в "пробках". И еще одно из возможных решений — выделение специальных дорожных полос.

Есть еще два, если не класса, то типа автобусов, нужных пассажирскому транспорту. Первый из них — вахтовые автобусы. В 2007 г. их выпускали три предприятия, среди которых лидером остается УралАЗ: его производство возросло на 86,1 %.

Ежегодная потребность в вахтовых автобусах, оцениваемая примерно в 1000 ед., перекрывается производственными мощностями российских заводов.

Школьные автобусы, т. е. предназначенные для перевозки детей, тоже занимают, ограниченную рыночную нишу, размер которой определяется объемом государственного финансирования (в 2006 г. — 375 шт., в 2007 г. — 3201). Их производством занимаются в основном предприятия группы "ГАЗ": у других предприятий нет сертифицированных моделей. Это автобусы ПАЗ-32053 и КАвЗ-39765, однако последний фактически уже снят с производства. Планируется появление на рынке и школьных автобусов других отечественных заводов.

Таким образом, запасы производственных мощностей российских заводов позволяют полностью удовлетворять потребности страны в любом классе автобусов. В том числе и на будущее: ожидаемые ориентировочные объемы выпуска автобусов всех классов в 2008—2010 гг. могут составлять от 80 до 85 тыс. шт. в год при среднегодовых темпах роста 1—2 %. Беда в низкой конкурентоспособности отечественной автобусной техники. И ее можно преодолеть только обеспечением соответствия технического уровня автобусов современным тенденциям и международным нормативным требованиям. Поэтому специалисты НАМИ в последние годы, продолжая многолетнюю традицию, активно участвовали в создании и постановке на производство новой автобусной техники. В частности, проанализировав ситуацию и тенденции ее развития, пришли к выводу: одиночный низкопольный автобус особо большой вместимости (длиной до 15 м) будет превалировать в XXI веке. И на основе данного вывода разработали концепцию его отечественного варианта, суть которой, если коротко, сводится к следующему: номинальная мощность двигателя 210—230 кВт (285—312 л. с.); полная масса — 23,3—23,9 т; масса снаряженная — 12,2—12,8 т; пассажировместимость 154—172 чел. Что, как видим, действительно соответствует параметрам автобусов особо большого класса.

Причины того, что предпочтение отдано одиночному, а не шарнирно сочлененному автобусу, очевидна. Переход к низкопольным вариантам привел к отказу от расположения силового агрегата в базе передней секции шарнирно сочлененного автобуса и к переносу его в задний свес прицепной секции, т. е. с приводом на толкающую третью ось. Что потребовало создания и применения электрогидравлической системы противоскладывания, состоящей из датчиков поворота рулевого колеса и угла складывания сцепки; электрического блока управления и замкнутой гидравлической исполнительной системы, содержащей силовые цилиндры и электрогидравлические управляющие клапаны. В результате стоимость узла сочленения и, следовательно, автобуса в целом существенно повысилась. Кроме того, в условиях российских дорог, обильно посыпаемых зимой солью, по мере эксплуатации и развивающейся коррозии резко снижается надежность этого узла. Следствием чего стало массовое переоборудование шарнирно сочлененных автобусов в одиночные по прошествии нескольких лет эксплуатации. Наконец, эксплуатационные затраты на техническое обслуживание, текущий ремонт и запасные части для узла сочленения также весьма существенны. При этом коэффициент использования площади (по габаритным размерам) в зоне узла сочленения составляет лишь 0,65—0,70.

Приведенные выше аргументы доказывают, что городской автобус особо большого класса должен быть трехосным, одиночным, 15-метровым. Оптимальность этой конструкции по соотношению ряда характеристик подтверждает мировой опыт: такие модели уже есть в производственных программах фирм "НеоМАН", "Эвобус", "Скания" и др. Причем существующие конструкции отличаются определенным разнообразием, особенно в отношении подруливающей третьей оси.

В соответствии с данной концепцией НАМИ в 2003—2004 гг. разработал и построил первый отечественный одиночный автобус особо большой вместимости (индекс "ЛиАЗ-62XX"). Научно-техническая актуальность проекта заключается в том, что предлагаемая конструкция отличается от традиционной меньшей на 30 % стоимостью (нет узла сочленения и связанных с ним проблем) и меньшими на 10—12 % эксплуатационными издержками при высокой вместимости. Кроме того, его себестоимость значительно ниже себестоимости зарубежных аналогов, поскольку у него велика доля использования серийных комплектующих, применяющихся при производстве базовой модели, технология лучше "привязана" к серийному производству.

Разработанный автобус — трехосный, его ведущая ось — вторая, а первая и третья — управляемые. К другим особенностям конструкции относятся следующие: кузов — цельнонесущий, каркасно-панельного типа; силовой агрегат — дизель и автоматическая ГМП, расположенные в заднем свесе; передняя ось управляется рулевым механизмом с гидроусилителем; ведущая ось — с бортовыми редукторами; третья ось — подруливающая, самоустанавливающаяся, без принудительного привода, с демпфирующим устройством; подвеска — пневматическая, с регулированием уровня пола.

Совместно с заказчиком (УК "Русские автобусы") сформирована тематика на разработку и изготовление автобуса ЛиАЗ-62XX. Однако по результатам маркетинговых исследований приняли решение о нецелесообразности его изготовления в связи с большей востребованностью автобусов большого класса с низким уровнем пола. Немаловажную роль сыграла и будущая довольно высокая стоимость серийной техники: опыт показал, что распространение автобуса ЛиАЗ-5292, как и его конкурентов, затруднено именно из-за высокой их цены. Поэтому на следующем этапе работ в НАМИ создали опытный образец низкопольного автобуса на базе ЛиАЗ-5256. Он успешно прошел сертификационные испытания и поставлен в серию как модель ЛиАЗ-5293.

Несмотря на сохранившуюся компоновку (силовой агрегат размещен в заднем свесе продольно) и наличие трех ступенек в проеме третьей двери, он, согласно ГОСТ Р 41.36, считается низкопольным, так как два передних проема дверей не имеют ступенек, а более 35 % площади, отводимой стоящим пассажирам, также без ступенек — сплошная ровная поверхность. Это было достигнуто за счет использования передней части основания автобуса ЛиАЗ-5292 и портальной оси фирмы "Раба".

Изготовление данного автобуса тоже потребовало решения вопросов по рулевому управлению, тормозам, обеспечению доступа на рабочее место водителя (для удешевления рабочее место водителя и, соответственно, нижняя кромка лобового стекла оставлены на своих местах). Кроме того, пришлось ре-

шать вопросы прочности и безопасности, что и было выполнено, о чем свидетельствует успешная эксплуатация автобуса, в том числе и на напряженных маршрутах Москвы.

Есть в НАМИ и наработки по другим классам автобусов. Например, в связи с возросшими требованиями к городским пассажирским перевозкам для группы "Автолайн" на основе агрегатов автомобиля ЗИЛ-5301 "Бычок" и двигателя фирмы "Дойтц" изготовлен автобус малого класса с несущим кузовом; в 2006 г. в рамках приоритетного национального проекта "Образование" выполнены НИОКР по теме "Проведение анализа транспортной составляющей инфраструктуры системы образования, направленной на профилактику детского дорожно-транспортного травматизма. Разработка технических заданий на 11- и 22-местные школьные автобусы, эскизного проекта и макетного образца 11-местного школьного автобуса" и подготовлен макетный образец специализированного школьного автобуса, который соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к автобусам в РФ и специальным требованиям ГОСТ Р 51160—98 "Автобусы для перевозки детей. Технические требования". В данном транспортном средстве предусмотрены места для перевозки 11 детей и двух взрослых сопровождающих. В качестве базы для него выбрано отечественное шасси (ГАЗ-3310 "Валдай") и дизель ММЗ.

У него яркая окраска и броская внешность. И то, и другое — элемент активной безопасности школьных автобусов. В салоне установлены специальные детские кресла с поясными ремнями безопасности, у каждого ряда сидений располагается красная кнопка подачи звукового и светового сигналов водителю. Автобус оборудован внутренней и наружной громкоговорящей связью. Его максимальная скорость, по соображениям безопасности, ограничена 60 кч/ч. Выход оборудован удобными поручнями, которыми могут пользоваться дети любого возраста и роста. Для удобства входа-выхода при открывании двери из-под основных ступенек на пневмоприводе выдвигается дополнительная подножка. В задней части салона расположен объемный багажный отсек, оборудованный, как и салон автобуса, багажными полками. Задняя дверь, являющаяся аварийным выходом, имеет ширину, достаточную для того, чтобы через ее проем при необходимости можно было загрузить инвалидную коляску.

В целом эскизное проектирование и создание 11-местного школьного автобуса позволило установить и практически проверить принципы рационального проектирования подобных транспортных средств, выявить трудности, возникающие при проведении этих работ, и сформулировать перечень необходимых доработок нормативно-технической базы, касающейся создания автобусов для перевозки детей.

На макетный образец школьного автобуса были поданы заявки на выдачу патентов на изобретение "Автобус для перевозки детей" и на полезную модель "Кузов автобуса для перевозки детей". И патент на полезную модель уже получен.

И еще, на взгляд авторов, немаловажное обстоятельство. Опыт применения ГОСТ Р 51160—98 "Автобусы для перевозки детей. Технические требования" выявил ряд его недостатков, в связи с чем совместно с ВНИИНмашем, НИИАТом, НИЦИАМТом, НИЦ БДД МВД РФ и при участии заводов отрасли разработали и предложили изменения № 2 в данный ГОСТ, которые были утверждены приказом Ростехрегулирования и введены в действие с 1 января 2008 г.

Таких изменений немного — всего семь. Но они весьма существенны с точки зрения безопасности. Это гармонизация ГОСТ Р 5116098 с требованиями Правил № 52 ЕЭК ООН в отношении ширины центрального прохода и пассажирских дверей; новые требования к местам для размещения багажа, что позволит более рационально организовать внутреннее пространство автобуса; присутствие в автобусе одного, а не двух сопровождающего лица, что целесообразно для маломестных автобусов; наличие электрообогрева всех наружных оптических устройств; окраска автобусов в желтый цвет; их оснащение устройством, обеспечивающим автоматическую подачу звукового сигнала при движении задним ходом; оснащение (по специальному заказу) средствами двухсторонней связи.

Таким образом, НАМИ не только четко следует современным тенденциям развития автобусной промышленности России, но и в определенной мере создает эти тенденции. Их суть: совершенствование конструкций автобусов, повышение их технического уровня, расширение производства автобусов различных классов, совершенствование автобусов с точки зрения расширения возможностей перевозки инвалидов, широкое внедрение низкопольных и трехосных автобусов особо большого класса. Думается, предложения специалистов института с каждым годом будут находить все более широкий отклик среди производителей этих АТС.

УДК 629.114.4

Пути повышения экологических свойств многоосных полноприводных автомобилей, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера

Д-р техн. наук С.Б. ШУХМАН,
канд. техн. наук И.А. ПЛИЕВ, В.Э. МАЛЯРЕВИЧ

В хозяйственной деятельности страны широко используются различные автомобили высокой проходимости, т. е. предназначенные для работы в условиях плохих дорог и бездорожья. Однако ущерб почве и растительности при их создании, как правило, не учитывается, что особенно опасно в отношении слабых грунтов тундры и районов Крайнего Севера, где репродуктивная способность почвы не восстанавливается многие годы.

Этот фактор, если мы хотим обеспечить будущее, не принимать во внимание нельзя. Отсюда — необходимость новых подходов к разработке полноприводных автомобилей для эксплуатации в названных регионах. Подходов очевидных: нужно снижать негативное воздействие колесных движителей АТС на грунт.

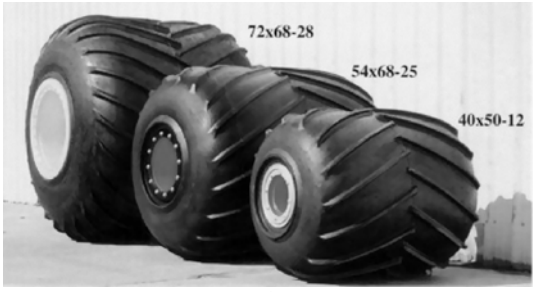
И такие подходы российская автомобильная промышленность в определенной мере реализует. Например, в последние годы ею разработаны несколько моделей вездеходов на шинах сверхнизкого давления с колесными формулами 4×4, 6×6 и 8×8. В их числе вездеходы "Умка", "Трэкол", "Вектор" и др. Однако все эти транспортные средства выполнены в классе малых (400—1200 кг) грузоподъемностей и предназначены в основном для пассажирских и грузопассажирских перевозок. Вездеходов же класса средней и большой грузоподъемностей у нас не выпускают. Хотя они, безусловно, нужны, что, в частности, доказал зарубежный опыт: если бы такие АТС не пользовались спросом, то ни канадская фирма "Формост", ни американская "Роллигон" не стали бы разрабатывать и организовывать производство сочлененных вездеходов на шинах низкого давления.

Что касается России, то приоритет в создании прототипов сочлененных автомобилей для осуществления перевозок по плохим дорогам, слабым грунтам и снежной целине, бесспорно, принадлежит НАМИ: проведенные его специалистами в 1970—1980 гг. исследования привели к появлению автомобилей НАМИ-0127, НАМИ-0143 и НАМИ-0188 (рис. 1), которые прошли полноценные испытания, включая эксплуатацию в районах предполагаемого использования. К сожалению, на серийное производство их не поставили. Причем не по инженерным, а по чисто организационным соображениям. Ведь преимущества сочлененных автомобилей известны: высокая маневренность и возможность движения с меньшими радиусами за счет увеличения углов поворота секций в плане, луч-

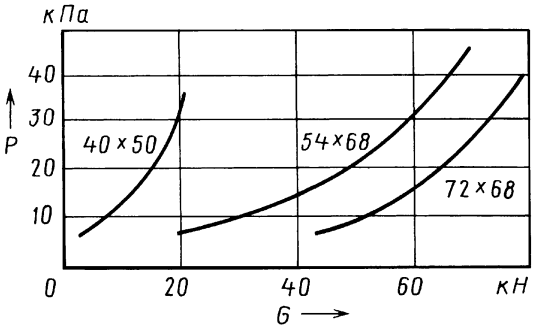
а)

б)

Рис. 1. Бортовой автомобиль НАМИ-0127 (8×8) с шарнирно сочлененной рамой и арочными шинами (а) и НАМИ-0188 (8×8) с удлиненной шарнирно сочлененной рамой (б)



а)



б)

Рис. 2. Типоразмеры (а) и характеристики (б) пневмокатков фирмы "Роллигон"

шая приспособляемость к рельефу местности за счет поворота секций относительно продольной оси, шины большого размера и обеспечение в результате снижения давления на грунт повышенной проходимости. Но главное — сочлененные АТС можно выполнять как средней, так и большой грузоподъемности, а для того, чтобы сделать пригодными для работы на грунтах с низкой несущей способностью, необходимо оснащать их шинами низкого давления со значительной шириной профиля (пневмокатками), которые воспринимают высокие нагрузки и обеспечивают низкое давление на грунт. Тем более что серийное производство таких шин уже освоено. Например, несколько их вариантов (рис. 2) выпускает упоминавшаяся выше фирма "Роллигон". Причем шин, имеющих неплохие зависимости между давлением *p* на грунт и вертикальной нагрузкой *G*.

Но возможны и другие подходы, усиливающие эффект пневмокатков. Один из них — применение в конструкции автомобиля бесступенчатой гибкой "интеллектуальной" трансмиссии — электрической или гидрообъемной. На его основе в ОАО "НАМИ-Сервис" разработан опытный образец АТС с такой трансмиссией — "Гидроход-49061" (рис. 3) — трехосный полноприводный автомобиль полной массой 12 т, оснащенный полнопоточной гидрообъемной трансмиссией с автоматической системой управления (бортовая ЭВМ, датчики и исполнительные устройства), которая позволяет при движении автомобиля подводить крутящий момент к каждому колесу индивидуально.

Испытания "Гидрохода-49061" в НИЦИАМТе показали: использованные при его разработке конструктивные решения весьма эффективны. Они существенно повышают эксплуатационные качества машины в условиях бездорожья, резко снижают ее разрушающее воздействие на почву.

Опыт создания автомобиля "Гидроход-49061" дает возможность приступить к созданию образцов АТС высокой проходимости с гибкими "интеллектуальными" трансмиссиями, используя в качестве базовых серийные, освоенные отечественной промышленностью шасси. В то же время применение гидравлики расширяет компоновочные возможности базового шасси, позволяя создавать автомобили с различными конструктивными схемами (мостовая, бортовая, сочлененная), унифицированные между собой и максимально отвечающие требованиям заказчика. В качестве примера такого решения на рис. 4 показана принципиальная схема силового привода макетного образца сочлененного самосвала на базе шасси БАЗ-6909 с колесной формулой 8×8, на рис. 5 — эскиз общего его вида,

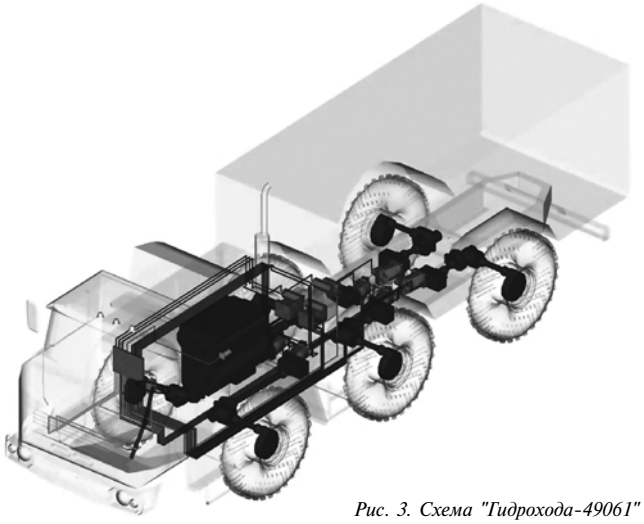


Рис. 3. Схема "Гидрохода-49061"

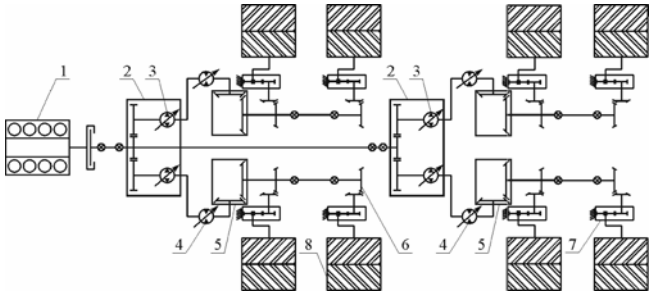


Рис. 4. Схема сочлененного самосвала, выполненного на базе шасси БАЗ-6909:

1 — двигатель; *2* — насосная станция; *3* — регулируемые насосы; *4* — регулируемые гидромоторы; *5* — редуктор гидромотора; *6* — бортовой редуктор; *7* — колесный редуктор; *8* — колесо

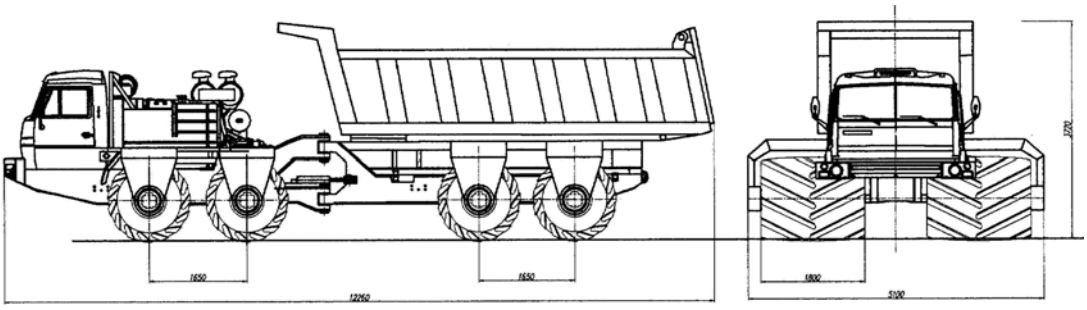


Рис. 5. Общий вид макетного образца самосвала 8×8 с шарнирно сочлененной рамой

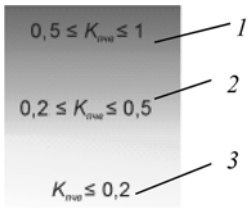


Рис. 6. Шкала для оценки разрушающего воздействия движителя АТС на почву:
1 — критический уровень;
2 — умеренный уровень;
3 — щадящий уровень

а основные технические характеристики — ниже. В данном варианте колеса одного борта каждой секции связаны между собой жесткой механической связью, их привод от двигателя осуществляется через бесступенчатую гидрообъемную трансмиссию с автоматической системой управления. Эта схема силового привода способствует повышению проходимости самосвала, снижению нагруженности механической части его трансмиссии и уменьшению разрушающего воздействия на грунт.

Показатель	Значения
Грузоподъемность, кг	22 000
Масса, кг:	
снаряженная	16 800
полная	38 800
Габаритные размеры, мм:	
длина	11 200
ширина	5100
высота	3720
Скорость, км/ч:	
максимальная	60,0
минимальная	0,5
Двигатель:	
модель	ЯМЗ-7511.01 с турбонаддувом
мощность, кВт (л. с.)	295 (400)
Шины:	
модель	"Роллигон"
тип	54×68-18 V4 низкого давления
ширина профиля, м	1,8
статический радиус, м	0,72
Давление на грунт, кПа (кгс/см^2)	19 (0,19)

Для экологической оценки был проведен расчет разрушающего воздействия движителя автомобиля на грунт (РД 37.083.002—2004). Воздействие АТС на грунт оценивалось безразмерным показателем $K_{\text{пчв}}$ — универсальным критерием, учитывающим режимы работы и величину буксования автомобильного колеса. Данный показатель, как известно, определяется по формуле $K_{\text{пчв}} = \sum_{i=1}^{n} A_{h1}[(c_1 H_{ci}^{\mu})^{\beta}]$, A_{h1} и β — соответственно коэффициент аппроксимации и показатель степени, учитывающие влияние уплотняющего фактора на репродуктивные возможности почв; c — параметр грунта, величину которого после прохода i-й оси дает формула $c_{i+1} = c_i \cdot (H_{ci} + 1)^{\mu_i}$, где H_{ci} — глубина следа после прохода i-й оси, вычисляемая по формуле $H_{ci} = \sum_{i+1}^{n} \left[\frac{2G_{\text{к}}}{c_{i\text{экв}} \cdot B \cdot \sqrt{2r}(2 - 0{,}867\mu + 0{,}2\mu^2)} \right]^{\frac{1}{\mu + 0{,}5}}$.

Для удобства оценки была составлена шкала (рис. 6), которая помогает, используя вычисленное значение $K_{\text{пчв}}$, сразу же определить ущерб, наносимый автомобилем. Причем надо иметь в виду, что эффект трансмиссии значительно усиливается за счет правильного выбора шин. Например, сравнение макетного образца шарнирно сочлененного самосвала с автомобилями МАЗ-543 и БАЗ-690902 показало следующее.

При их движении по сырой луговине (c = 0,1 и μ = 1,4) у первого значения $K_{\text{пчв}}$ могут меняться, в зависимости от массы (полная или снаряженная), от 0,29 до 0,08, у второго — от 1,0 до 0,64, у третьего — от 1,0 до 0,49.

Таким образом, и теоретически, и экспериментально доказано, что максимальная с точки зрения сочетания высокой проходимости в условиях плохих дорог и бездорожья и низкого разрушающего воздействия на почву эффективность АТС может быть достигнута при сочетании индивидуального регулируемого электрического или гидрообъемного привода к каждому колесу и шин (пневмокатков) низкого давления. Это направление может и должно стать новым витком развития АТС для Крайнего Севера.

УДК 621.43

Двигатели ВАЗ: современный технический уровень и перспективы развития за счет регулирования степени сжатия

Д-р техн. наук Г.Г. ТЕР-МКРТИЧЬЯН

Двигатели ВАЗ занимают устойчивую позицию на рынке России. Чему способствует хорошая их адаптированность к российским условиям эксплуатации, простота конструкции, развитая сеть технического обслуживания и, наконец, невысокая стоимость. Другими словами, их конструкция всегда была компромиссом между запросами и возможностями массового потребителя, или балансом между ценой и показателями. И современные ВАЗ-21114 и ВАЗ-21124, соответствующие экологическим нормам "Евро-3" и "Евро-4", с этой точки зрения — не исключение.

Поэтому эти в целом неплохие двигатели по литровой мощности уступают зарубежным конкурентам, т. е. при одинаковой мощности они имеют увеличенный рабочий объем и, следовательно, худшую топливную экономичность и повышенные выбросы двуокиси углерода.

Так, у двигателя ВАЗ-21114 эта мощность равна 37,6 кВт/л (51,1 л. с./л), а у ВАЗ-21124 — 41,3 кВт/л (56,1 л. с./л). Тогда как у двигателей фирм ФИАТ, "Опель", "Пежо", "Рено" и "Фольксваген" — соответственно 42,5—47,5; 40,1—50,0; 38,8—48,1; 40,1—50,5; 45,0—51,9; 46,9—53,1 кВт/л (57,7—64,5; 54,5—67,9; 51,6—63,4; 54,5—68,6; 61,4—70,5 и 63,7—72,1 л. с./л). И даже у двигателей ВАЗ-11194 и ВАЗ-21126, выпуск которых начат в 2007 г., литровая мощность составляет соответственно 47,5 и 45,1 кВт/л, или 64,4 и 61,3 л. с./л.

Одна из причин проигрыша двигателей ВАЗ по литровой мощности их зарубежным аналогам названа выше. Однако есть и вторая — недостаточно высокий технический уровень компонентов, что во многом обусловлено применяемой на ВАЗе, но не свойственной мировой практике организации производства, при которой большую номенклатуру деталей

двигателей (вплоть до клапанов, поршней и поршневых колец) изготовляет сам автозавод, а также отсутствие в России производства основных компонентов и комплектующих изделий современного уровня (КШМ, уплотнения и т. д.).

Как видим, причины серьезные и вызваны объективными обстоятельствами. И они, судя по тому, что даже у перспективных двигателей ВАЗ (табл. 1), выпуск которых намечается на 2009—2015 гг. и типоразмерный ряд которых базируется на едином межцилиндровым расстоянии 89 мм и включает бензиновые двигатели рабочим объемом 1,0 л (трехцилиндровый), 1,4; 1,6; 1,8 и 2 л, в том числе с управляемым процессом сгорания (CBR) и непосредственным впрыском (DI), а также дизели рабочим объемом 1,5 и 1,8 л, по литровой мощности будут уступать даже ныне выпускаемым за рубежом аналогам. Несмотря на то, что ВАЗ планирует применять на них сначала прогрессивные компоненты зарубежного производства высокого технического уровня, а затем те же компоненты, но производимые в России. Это детали ЦПГ и клапанного механизма; механизм регулирования фаз; прокладки, сальники; элементы топливной аппаратуры; турбокомпрессоры.

Короче говоря, даже в перспективных своих двигателях ВАЗ намерен применять хотя и новые для России технические решения, но уже не первый год используемые в серийных деталях зарубежного производства. К ним, в частности, относятся регулируемые фазы газораспределения, турбонаддув, непосредственный впрыск топлива на бензиновых двигателях. То есть прорывных решений ожидать не приходится, к сожалению. А ведь они есть, причем разработанные у нас в стране. И одно из них — регулирование степени сжатия. Например, давно доказано: если на номинальном режиме работы дизеля и бензинового двигателя снизить степень сжатия, то можно значительно увеличить давление наддува и, сохранив мощность прежней, уменьшить число цилиндров. При этом будет улучшена топливная экономичность, снижена масса и стоимость двигателя. В бензиновых двигателях, повышая степень сжатия на режимах малых нагрузок, можно, кроме того, улучшить топливную экономичность и за счет роста индикаторного КПД.

Регулирование степени сжатия позволяет, наконец, осуществлять самовоспламенение гомогенной топливовоздушной смеси и реализовать комбинацию рабочих процессов с воспламенением от искры и от сжатия. Именно такой двигатель фирма "ДаймлерКрайслер" показала на Франкфуртском автосалоне в 2007 г.

Есть и много других предложений, позволяющих регулировать степень сжатия и рабочий объем двигателя. Однако многие из них оказались не пригодными для практической реализации из-за невозможности обеспечить приемлемую работоспособность двигателя или по технологическим причинам; часть реализована в виде опытных образцов и лишь единицы выпущены мелкими партиями.

Свой вклад в решение данной проблемы внесли и специалисты НАМИ: еще в 1990-х годах они предложили схему механизма, названного траверсным, и на его основе создали опытный образец турбонаддувного дизеля, схема которого приведена на рис. 1.

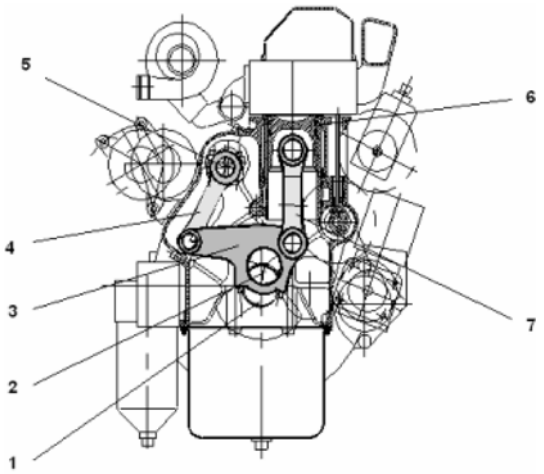


Рис. 1. Схема траверсного двигателя:
1 — коленчатый вал; *2* — шатунная шейка коленчатого вала; *3* — траверса; *4* — коромысло; *5* — эксцентриковый вал; *6* — поршень; *7* — шатун

Ось коленчатого вала *1* этого двигателя смещена относительно оси цилиндров, шатунная шейка *2* связана не с шатуном, как в обычном ДВС, а с одним из шарниров трехшарнирной траверсы *3*.

Второй шарнир траверсы соединен с шатуном *7*, а третий — с коромыслом *4*, верхний конец которого связан с эксцентриковым валом *5*. Верхний конец шатуна *7*, как обычно, соединяется с поршнем *6*. При вращении коленчатого вала поршень *6* совершает обычное возвратно-поступательное движение.

При такой схеме минимальное расстояние от плоскости головки цилиндра до днища поршня, определяющее значение степени сжатия, зависит от координаты оси качания коромысла. Причем эта координата и степень сжатия регулируются с помощью поворота эксцентрикового вала *5*. И происходит это следующим образом.

При пуске двигателя и его работе на режимах холостого хода и малых нагрузок коромысло занимает положение, соответствующее максимальному значению степени сжатия. По мере же роста нагрузки и, следовательно, увеличения давления наддува степень сжатия плавно понижается. При этом максимальное давление сгорания ограничивается постоянным уровнем, предельно допустимым по условиям обеспечения работоспособности подшипников силового механизма дизеля (или в случае бензинового двигателя — отсутствия детонации).

Одной из главных задач, поставленных при создании траверсных двигателей, было обеспечение максимальной конст-

Таблица 1

Параметр	Модель перспективного двигателя ВАЗ													
	21176 MPI	2117 MPI	21171 MPI CBR	1,4 MPI CBR	1,6 MPI CBR	1,8 MPI CBR	2,0 MPI CBR	1,0 MPI CBR	1,5 ТД	1,8 ТД	1,4 TDI	1,6 DI	1,8 DI	1,8 TDI
Тип	Бензиновый								Дизельный		Бензиновый			
Наддув	Нет								Есть		Есть	Нет		Есть
N_e, кВт	75	85	93	66	75—85	85—93	94—103	50—55	75	90	100	95	100	130
$M_к$, Н · м	148	167	173	130—140	148—155	167—173	186—196	97—105	190	230	220	160	180	280
$N_л$, кВт/л	46,9	48,0	52,5	47,5	46,9—53,1	48,0—52,4	48,0—52,4	48,0—52,8	48,6	50,7	71,9	59,4	56,4	73,3
Число цилиндров	4							3	4					
Рабочий объем, см^3	1597	1774	1774	1390	1597	1774	1964	1042	1544	1774	1390	1597	1774	1774
Диаметр цилиндра, мм	82,0	82,0	82,0	76,6	82,0	82,0	82,0	76,5	76,5	82,0	76,5	82,0	82,0	82,0
Ход поршня, мм	75,6	84,0	84,0	75,6	75,6	84,0	93,0	75,6	84,0	84,0	75,6	75,6	84,0	84,0
Год освоения производства	2009	2010		2011				2013	2014			2015		

руктивной, технологической преемственности и унификации с базовыми двигателями.

Для этого детали, узлы и агрегаты двигателя с управляемым движением поршней разделили на три группы: стандартные — головка цилиндров в сборе, впускной и выпускной коллекторы, маховик и его картер, масляный поддон, крышки и вкладыши коренных опор коленчатого вала, масляный и водяной насосы, опоры двигателя, системы питания и зажигания, стартер, генератор; измененные, в число которых попал лишь блок цилиндров, имеющий конструктивную и технологическую преемственности с блоком цилиндров базового двигателя (в связи с тем, что межцилиндровое расстояние не меняется, он может обрабатываться на технологическом оборудовании серийного производства); дополнительные, изготовляемые из традиционных материалов по традиционным технологиям, — элементы преобразующего механизма (траверсы, коромысла и эксцентриковый вал). Конструкция траверсы близка к давно освоенной конструкции шатунов авиационных двигателей; подшипник шатунной шейки коленчатого вала — тот же, что и базового двигателя; коромысло — достаточно близко к шатунам традиционных ДВС; верхняя и нижняя головки шатунов идентичны верхней головке шатуна базового двигателя. Технология изготовления эксцентрикового вала аналогична технологии изготовления распределительного вала обычного двигателя. Но есть, разумеется, и отличия. Например, не имеют разъема нижние головки шатунов. И это выгодно: они проще серийных.

Вывод: конструкция траверсных двигателей позволяет их изготовлять параллельно с серийными двигателями в условиях действующего производства.

В 2006 г. в НАМИ начались работы по двигателям с управляемой степенью сжатия на базе перспективного семейства двигателей ВАЗ. В результате были разработаны и изготовлены образцы высокофорсированных двигателей с регулируемой в пределах 7,5—14 степенью сжатия и турбонаддувом, унифицированные с двигателем ВАЗ-11194. Для этого они провели специальное, причем довольно сложное исследование. Например, опробовали такое сочетание размеров звеньев траверсного механизма и закона их движения, при которых одинаковое положение поршня в траверсном механизме достигает ВМТ быстрее, чем в двигателе с традиционным КШМ. То есть поршень траверсного двигателя должен опережать поршень двигателя с КШМ. Например, за 30 град. п.к.в. — как минимум на 4 град.

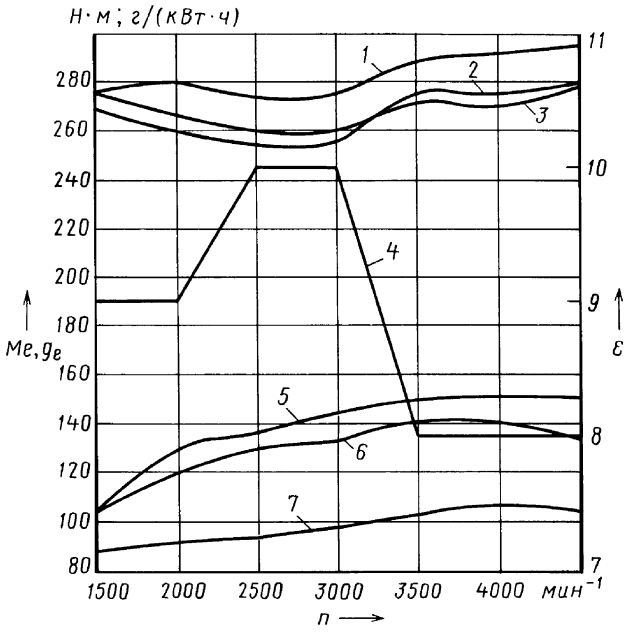


Рис. 2. Оптимизация внешней скоростной характеристики двигателя ВАЗ-11194 по степени сжатия:

1, 2 и *3* — удельный расход топлива соответственно при ε = 11 = = const, $\varepsilon = \varepsilon_{исход}$ и ε = var; *4* — закон изменения степени сжатия; *5, 6* и *7* — крутящий момент соответственно при ε = var, ε = 11 и $\varepsilon = \varepsilon_{исход}$

Таблица 2

Степень сжатия	Наддув	Угол опережения зажигания, град. п.к.в.	M_e, Н · м	g_e, г/кВт · ч
Постоянная, равная 11	Нет	25	105	260
	Есть	15	140 + 30 %	272 + 5 %
Переменная	Есть	25	160 + 50 %	252 − 3 %

Что позволяет увеличить угол опережения зажигания с сохранением параметров рабочего тела (топливовоздушной смеси) в момент зажигания такими же, как в двигателе с КШМ. Кроме того, исследования НАМИ позволили установить, что при одинаковом с КШМ угле опережения зажигания обеспечивается меньший (на 20 %) объем, где идет процесс сгорания, снижаются затраты энергии на сжатие, значит более высокие значения полезной работы цикла и его КПД. Это способствует улучшению топливной экономичности двигателя.

Причем сказанное — не только теоретические соображения: их подтвердили стендовые испытания двигателя ВАЗ-11194 с регулируемой степенью сжатия при работе по внешней скоростной характеристике. Ограничивающими факторами были: отсутствие детонации, максимальное давление сгорания 5,5 МПа (55 кгс/см^2), максимальная температура газов на входе в турбину турбокомпрессора 1323 К (1050 °С).

Некоторые результаты исследования приведены на рис. 2 и в табл. 2. В комментариях они, думается, не нуждаются. За исключением следующего.

Как известно, при форсировании двигателя с помощью наддува традиционным способом борьбы с детонацией считается уменьшение угла опережения зажигания (позднее зажигание). При этом наблюдается ухудшение рабочего процесса со снижением топливной экономичности и ростом выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами. Потому что процесс сгорания смещается за ВТМ, на линию расширения. У двигателя ВАЗ-11194 с постоянной степенью сжатия, равной 11, при наддуве удалось увеличить крутящий момент на 30 %. Но угол опережения зажигания пришлось уменьшить с 20—25 до 10—15 град. п.к.в. до ВМТ. В результате удельный эффективный расход топлива возрос с 260 до 272 г/(кВт/ч), т. е. на 5 %. При регулировании же степени сжатия максимальный крутящий момент увеличился в 1,5 раза, причем угол опережения зажигается и максимальное давление сгорания остались на уровне базового (без наддува) двигателя.

Траверсный преобразующий механизм сначала предназначался для двигателей с регулируемой степенью сжатия и практически неизменным ходом поршня. Последующие работы, проводившиеся с начала 2000-х годов, были направлены на создание двигателя с регулируемыми и степенью сжатия, и рабочим объемом. Они дали хороший результат: при введении в конструкцию траверсного механизма некоторых изменений он может быть модифицирован в силовой механизм, позволяющий увеличивать рабочий объем двигателя на 40 % при уменьшении степени сжатия в 2 раза. И данная версия открывает широкие возможности создания двигателей нового типа. Дело в том, что возможность регулирования рабочего объема даже более ценна для показателей двигателя, чем регулирование степени сжатия. Большой рабочий объем существующих двигателей автомобилю нужен только для движения с максимальной скоростью, т. е. на режиме, время которого не превышает 10 % общего времени движения автомобиля. Основную же часть времени (например, при движении в городе) автомобилю требуется экономичный двигатель с маленьким объемом. Этот траверсный двигатель будет "эластичным", гибко приспосабливающим свои объем и степень сжатия к условиям движения автомобиля. Например, когда нужна большая мощность, он будет эквивалентен шестицилиндровому двигателю; если большая мощность не требуется (городской режим движения), — четырех- и даже трехцилиндровому обычного типа. При этом может быть обеспечено снижение путевого расхода топлива на 30—40 %.

УДК 629.66.097.3.621.43.068

Система нейтрализации отработавших газов автомобильных бензиновых двигателей

Канд. техн. наук В.И. ПАНЧИШНЫЙ

Системы нейтрализации — устройства, обеспечивающие эффективную очистку отработавших газов ДВС от токсичных компонентов до уровня требований, заданного экологическими стандартами и другими директивными документами. Все эти устройства работают по принципу обезвреживания уже отработавших вредных компонентов, в связи с чем их следует рассматривать как часть систем снижения токсичности, объединяющих целый комплекс технических устройств и мероприятий по уменьшению количества выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Основные физико-химические процессы, определяющие работоспособность и ресурс систем нейтрализации, — окислительно-восстановительные реакции с участием нормируемых токсичных газообразных (монооксид углерода, несгоревшие углеводороды и оксиды азота) продуктов сгорания. В присутствии катализаторов токсичные соединения превращаются в относительно безвредные для окружающей среды и живых организмов вещества — азот, пары воды и углекислый газ.

Эти системы, к основным элементам которых относятся каталитический нейтрализатор и обеспечивающие и контролирующие его работоспособность устройства, в настоящее время достаточно эффективны, отработаны и надежны, способны ограничить эмиссию газообразных вредных веществ более чем на 90 %. Поэтому их массовое применение, начавшееся в США и Японии с середины 1970-х годов, привело к радикальному сокращению выбросов в окружающую среду. Например, в период 1970—2004 гг. токсичность отработавших газов американских автомобилей с бензиновыми двигателями по монооксиду углерода снизилась практически в 20 раз, по несгоревшим углеводородам и оксидам азота — более чем в 30 и 15 раз соответственно.

Сейчас ежегодное мировое производство каталитических нейтрализаторов близко к 100 млн шт., эта подотрасль промышленности относится к категории наиболее успешных и динамически развивающихся. На их изготовление расходуется свыше половины мирового оборота платины (120 т из 210 т), около половины палладия (118 т из 220 т) и практически весь родий (~22 т).

В России работы по снижению токсичности отработавших газов ДВС начались в конце 1960-х—начале 1970-х годов и были сосредоточены преимущественно в НАМИ. Причем в отличие от многих (США, Японии, стран ЕС, а в последние годы — Китая и Индии, которые относят борьбу с автомобильными выбросами к числу приоритетных государственных задач) у нас относительно поздно осознали опасность автомобиля как одного из наиболее активных и емких источников загрязнения окружающей среды. Что, естественно, привело к существенному (в 2000 г. — на 10—15 лет) отставанию отечественных разработок и производства антитоксичных устройств.

Положение начало несколько выправляться лишь с 2005 г. — момента принятия специального технического регламента "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ". Стало понятно: соблюдение требований в соответствии с установленными экологическими классами без использования систем нейтрализации технически невозможно.

Уровень обезвреживания токсичных веществ нейтрализаторами, в соответствии с узаконенными требованиями и состоянием двигателя, может достигать 90—95 %, а ресурс (сохранение заданного уровня обезвреживания токсичных веществ) для европейских стран определен 80 тыс. км, для США и Японии — 160 тыс. км пробега. При этом установка системы нейтрализации в выпускной тракт не должна заметно влиять на работу двигателя и его топливную экономичность. Понятно, что повышение газодинамического сопротивления при введении дополнительного элемента в выпускную систему неизбежно. Вместе с тем необходимо помнить, что суммарное сопротивление выпускного тракта, в зависимости от типа двигателя, не должно превышать 5,9—9,8 кПа (600—1000 мм вод. ст.). Кроме того, устройства нейтрализации должны иметь приемлемые массогабаритные и стоимостные показатели, хорошо адаптироваться к конструкции АТС, соответствовать требованиям пожаробезопасности, в ряде случаев обеспечивать совмещение функций нейтрализации и шумоглушения. Кроме того, они, в зависимости от условий эксплуатации, должны обеспечивать некоторые специфические требования — повышенную скорость разогрева, дополнительную защиту от механических ударов, аварийный перепуск отработавших газов и пр.

И здесь очень важно подчеркнуть, что антитоксичные устройства создаются под конкретные модели двигателя с учетом особенностей его конструкции, качества рабочего процесса, комплектации, расходов газов, вида топлива, места размещения, структуры системы выпуска и т. д. Поэтому универсальных систем, пригодных для использования на различных моделях двигателей, не существует. Даже при наличии общих подходов к выбору, конструированию и разработке АТС необходим достаточно серьезный объем доводочных работ и испытаний.

Практическое воплощение получили два типа каталитических нейтрализаторов отработавших газов бензиновых ДВС — окислительные и трехкомпонентные (бифункциональные).

Первые широко применялись на начальном этапе освоения систем нейтрализации и предназначались для снижения выбросов монооксида углерода и несгоревших углеводородов двигателей, работающих на бензине и сжиженном газе (пропан-бутане). В состав такой системы входят каталитический нейтрализатор, система подачи дополнительного воздуха в отработавшие газы и устройство контроля температуры реактора. Конструкция нейтрализатора в значительной степени определяется типом носителя, используемого для изготовления катализатора. В настоящее время, как правило, устанавливаются катализаторы блочного типа, которые изготовляются из керамики или металлической фольги (рис. 1), на поверхность которых сначала наносится слой вторичного носителя, а на него — активный элемент (металлы платиновой группы). Такая технология дает возможность создать наиболее рациональную в газодинамическом отношении конструкцию, которая не имеет подвижных элементов и обладает минимальным сопротивлением при достаточно большой, изменяемой за счет длины и размеров канала геометрической поверхности, повышенной вибро- и термической устойчивостью, минимальной тепловой инерцией.

В качестве активных элементов на первом этапе внедрения систем нейтрализации использовалась платина, впоследствии

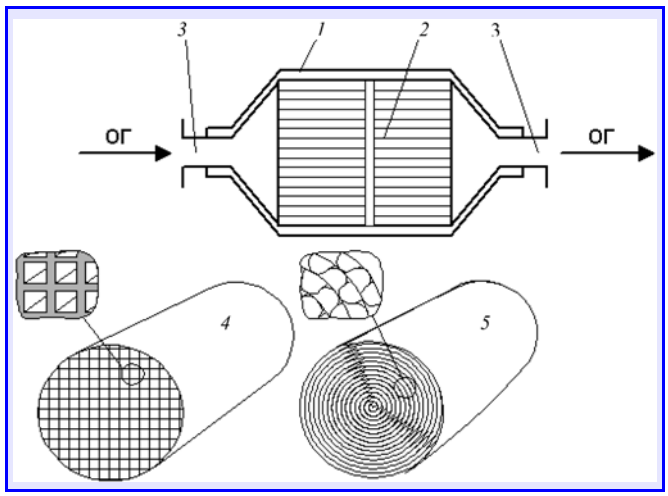


Рис. 1. Каталитический нейтрализатор с реактором блочного типа:
1 — корпус; *2* — каталитические блоки; *3* — входной и выходной участки отработавших газов; *4* — керамика; *5* — металлическая фольга

полностью или частично замененная более дешевым палладием. Среднее содержание благородных металлов — 1—2 г/л. Однако оно зависит от многих параметров и обычно уточняется в процессе отработки конструкции нейтрализатора.

Основные реакции, протекающие в окислительном нейтрализаторе, следующие: $2CO + O_2 = 2CO_2$; $2H_xC_y + 2(y + x/2)O_2 = 2yCO_2 + xH_2O$. Кроме того, на катализаторе могут протекать и побочные реакции, некоторые из которых носят негативный характер — приводят к отравлению катализатора или дополнительному выбросу вредных веществ в атмосферу. В частности, возможно окисление содержащегося в отработавших газах диоксида серы, монооксида азота, неполное окисление углеводородов с образованием токсичных соединений, например альдегидов, и т. д. Поэтому одной из основных задач при отработке окислительных и трехкомпонентных нейтрализаторов является минимизация или полное подавление нежелательных реакций.

Полнота протекания приведенных выше реакций зависит от количества воздуха, которое подается в систему нейтрализации (оно, как известно, определяется коэффициентом λ, т. е. отношением реального соотношения воздух/топливо к стехиометрическому). Поскольку двигатели с искровым зажиганием преимущественно работают при значениях λ, близких к единице, то для надежного окисления продуктов неполного сгорания необходима подача дополнительных 8—10 % воздуха. Это может обеспечиваться устанавливаемыми в выпускном коллекторе обратными клапанами ("пульсарами"), эжекторами или нагнетателями ротационного типа. Причем наиболее часто применяют именно клапаны, которые срабатывают от импульсов разрежения, возникающих в выпускном тракте на такте всасывания, в результате чего дополнительный воздух через мембрану клапана попадает в выпускную систему и, смешавшись с отработавшими газами, обеспечивает достаточно глубокое окисление продуктов неполного сгорания. Несколько меньше распространены эжекторы — относительно простые, не имеющие подвижных элементов, надежные и недорогие устройства, подающие достаточное количество воздуха в систему выпуска. Но, к сожалению, они создают высокое сопротивление потоку отработавших газов, особенно при больших расходах последних, и дополнительный шум, нередко требующий установки специальных шумопоглощающих устройств. Роторные же нагнетатели практического применения сейчас не находят.

Контроль температуры необходим для своевременной реакции на неисправности в работе систем питания и/или зажигания. Дело в том, что при перебоях в работе свечей, избыточной подаче топлива и других нарушениях работы двигателя несгоревшая топливовоздушная смесь интенсивно окисляется на катализаторе, вызывая его перегрев. Развиваемая при этом температура нередко достаточна для разрушения (оплавления) реактора. Наличие же температурного датчика, передающего сигнал на специальное устройство на панели приборов, позволяет своевременно обнаружить неисправность и произвести необходимый ремонт. Есть даже такие исполнительные устройства, работающие от температурного датчика, которые блокируют подачу дополнительного воздуха, тем самым ограничивая окисление и снижая температуру реактора.

Несмотря на все свои достоинства, окислительные нейтрализаторы сейчас применяются в весьма ограниченных масштабах: их устанавливают, главным образом, на устаревшие модели автомобилей с целью некоторого улучшения их экологических характеристик, а также на двигатели малой размерности, используемые, например, на мотоциклах, мотороллерах, небольших судах, для привода инструмента и пр. Правда, в последние годы интерес к окислительным системам нейтрализации отработавших газов возвращается. Причина — использование природного газа в качестве моторного топлива. На бензиновых же ДВС основным стал трехкомпонентный нейтрализатор. Что обусловлено ростом автомобильного парка, форсированием двигателей и ужесточением экологических стандартов, когда особую актуальность приобрела проблема обезвреживания заметно более токсичных оксидов азота.

При анализе путей решения этой проблемы специалисты НАМИ обратили внимание на то обстоятельство, что удаление (окисление) основных продуктов неполного сгорания достигается не только за счет остаточного или дополнительно подаваемого воздуха (кислорода), но и за счет монооксида азота, который является очень активным окислителем. И что максимальный эффект достигается в том случае, когда суммарному количеству кислорода, монооксида и диоксида азота (окислители) стехиометрически соответствует суммарному количеству монооксида углерода, несгоревших углеводородов и водорода. То есть при λ ≈ 1. Для поддержания такого соотношения "воздух—топливо" предназначена система электронного управления, которая регулирует подачу воздуха или топлива по сигналу кислородного датчика (λ-зонд) в выпускной системе двигателя. (Диапазон изменений λ, при котором обеспечивается заданная, обычно свыше 90 %, степень очистки нормируемых компонентов, называют "окном бифункциональности" или "окном трехкомпонентной очистки".)

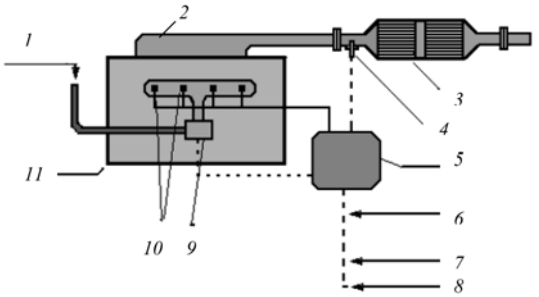


Рис. 2. Типовая схема трехкомпонентной системы нейтрализации отработавших газов:

1 — подача дополнительного воздуха; *2* — выпускной коллектор; *3* — нейтрализатор; *4* — λ-зонд; *5* — блок управления; *6*, *7* и *8* — сигналы от датчиков температуры двигателя, положения дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала; *9* — камера смешивания дополнительного воздуха с отработавшими газами; *10* — топливные форсунки; *11* — двигатель

В трехкомпонентных системах нейтрализации реализуются два типа химических реакций: восстановительные — $NO + CO = N_2 + CO_2$; $2(y + x/4)NO + H_xC_y = (y + x/4)N_2 + yCO_2 + x/2H_2O$; $2NO + 2H_2 = N_2 + 2H_2O$ и окислительные — $CO + O_2 = CO_2$; $2H_xC_y + (0,5x + 2y)O_2 = xH_2O + 2yCO_2$. В каталитическом реакторе эти реакции совмещены. Причем это совмещение, как показала практика, дает возможность существенно расширить диапазон допустимого изменения "окна бифункциональности". Для чего в состав вторичного носителя достаточно ввести редкоземельные элементы, а в состав активного компонента, который представлен обычно платиной или платинопалладиевой композицией, добавить родий. Содержание родия, в зависимости от требований по очистке отработавших газов, может изменяться в пределах 8—25 %.

Типовая схема трехкомпонентной нейтрализации отработавших газов приведена на рис. 2.

Перечисленные выше решения обеспечивают нормы "Евро-3". Но нормы непрерывно ужесточаются и в результате усложняются конструкции систем нейтрализации. Например, поскольку основной (до 80 % нормируемого монооксида углерода и несгоревших углеводородов) вклад вносит пуск холодного двигателя, то в состав системы нейтрализации сейчас уже вводят небольшие дополнительные (стартовые) нейтрализаторы, которые располагают вблизи или встраивают в выпускной коллектор. Их основная задача — разогрев отработавших газов и сокращение времени выхода основного трехкомпонентного нейтрализатора на рабочий режим.

В России, начиная с 1975 г., выпускались только окислительные нейтрализаторы. Причем в очень небольших (~5 тыс. шт. в год) объемах. Но в начале 1990-х годов Уральский электрохимический комбинат купил лицензию на производство автомобильных катализаторов у американской фирмы "Энгельгард", на базе которых впоследствии на заводе "АвтоВАЗагрегат" был организован выпуск нейтрализаторов для легковых автомобилей ВАЗ, ГАЗ и УАЗ. Керамический носитель для этих катализаторов закупается у американской фирмы "Корнинг Гласс" и японской NGK. Но положение начинает меняться: нейтрализаторами занялись заводы "Сокол", "Экомаш КН" (Нижегородская область) и пр., а в последнее время их стала выпускать

(преимущественно для автомобилей ВАЗ) тольяттинская фирма "Рускатавто".

Определенный интерес к размещению производства таких систем для легковых автомобилей проявляют и зарубежные фирмы, особенно по мере наращивания выпуска своих моделей на территории РФ. Например, заканчивается строительство завода по производству нейтрализаторов в Красноярске (фирма "Джонсон Матти"); длительное время предпринимает попытки выпускать нейтрализаторы на территории России финская фирма "Металлкат"; интенсивно прорабатывается возможность производства автомобильных систем нейтрализации немецкой фирмой "Басф"; достаточно активно, но пока без заметного успеха работают на российском рынке немецкая "Дрохов" и польская "Андория".

В целом можно сказать, что производители легковых автомобилей пока не испытывают серьезных проблем с поставками нейтрализаторов отработавших газов, хотя по мере роста объема производства возможны затруднения с обеспечением благородными металлами. Но с нейтрализаторами для грузовых автомобилей и автобусов, а также нестандартной техники с бензиновыми и газовыми двигателями ситуация в России более напряженная: их разрабатывает и выпускает одно единственное предприятие — ООО "НПП ЭкоНАМИ". Причем его возможности ограничены мощностью единственного в России производителя металлической ленты — Санкт-Петербургского сталепрокатного завода.

Вывод: чтобы обеспечить потребности в каталитических нейтрализаторах для нелегковых АТС, нужна очень серьезная поддержка государства и бизнеса.

УДК 629.1.036:629.1.075

Отрицательный развал задних колес и управляемость легкового автомобиля

Д-р техн. наук Н.Н. ЯЦЕНКО,
кандидаты техн. наук Э.Н. НИКУЛЬНИКОВ
и Е.В. БАЛАКИНА, Ю.Н. КОЗЛОВ

Испытаниями доказано, что установка задних колес (в пределах допустимого по критерию износа шин диапазона) легкового автомобиля с отрицательным (оси вращения колес пересекаются ниже оси моста автомобиля, в пределах его колеи) развалом влияет на оценочные параметры его управляемости: максимальную угловую скорость поворота при смене полосы движения ("переставка") и повороте ("вход в поворот"); время стабилизации угла поворота рулевого колеса при смене полосы движения и выходе из круга ("стабилизация"); время стабилизации угловой скорости поворота рулевого колеса при выходе из круга ("стабилизация").

Это объяснимо: при перечисленных видах испытаний возникают боковые силы и, как следствие, боковой увод эластичных шин колес. Установка же задних колес с отрицательным развалом несколько увеличивает (табл. 1), по сравнению с конструктивной, эксплуатационную боковую жесткость шин колес, что уменьшает увод, а значит, и потребный угол поворота рулевого колеса для выполнения того или иного маневра. Естественно, с уменьшением угла поворота рулевого колеса при той же скорости движения сокращается время, необходимое для его стабилизации. Становится меньшей и величина центробежной силы, следовательно, и угловая скорость разворота автомобиля.

Это качественная сторона вопроса. С практической же точки зрения более интересны количественные оценки. Рассмотрим их. Для этого воспользуемся табл. 1, в которой приведены связи углов установки задних колес с оценочными параметрами управляемости легковых автомобилей. Авторам удалось описать связи именно количественно, т. е. с помощью математических зависимостей.

Так, значение угловой скорости $w_{а}^{пер}$ разворота автомобиля при смене полосы движения дает формула № 1 (табл. 2), угловой скорости $w_{ф}^{пов}$ разворота автомобиля при повороте — формула № 2, времени $\tau_{\theta рк}^{пов}$ стабилизации угла θ поворота рулевого колеса при смене полосы движения — формула № 3, времени $t_{\theta рк}^{стаб}$ стабилизации угла поворота рулевого колеса при выходе из круга — формула № 4, времени $t_{wрк}^{стаб}$ стабилизации угловой скорости поворота рулевого колеса при выходе из круга — формула № 5.

Данные формулы достаточно точные, так как получены аппроксимацией экспериментальных зависимостей. При этом коэффициент *r* корреляции имеет следующие значения: в формулах № 1 и 3 он равен единице: в формуле № 2 — 0,878; в формуле № 4 — 0,875; в формуле № 5 — 0,92. Эти коэффициенты представляют собой отношение соответствующего параметра при нулевом развале задних колес к его значению при наличии развала. То есть для расчета параметра при наличии отрицательного развала задних колес достаточно его значение при нулевом развале умножить на данный коэффициент (формула № 6).

Таблица 1

Вид испытания	Характер изменения боковой силы	Изменения характеристик автомобиля при установке его задних колес с отрицательным развалом	Влияние на оценочные параметры управляемости	"Поведение" боковой силы при наличии угла обратного развала задних колес	Влияние на оценочные параметры управляемости
"Переставка"	Знакопеременная	Увеличение эксплуатационной боковой жесткости шины колеса того борта, на который приходится бóльшая перераспределенная нагрузка; уменьшение увода автомобиля и потребного угла поворота рулевого колеса	Сокращение времени стабилизации рулевого колеса	Уменьшение амплитудных значений боковой силы	Снижение угловой скорости поворота автомобиля
"Вход в поворот"	Возрастающая от нуля до постоянного значения	Незначительное увеличение эксплуатационной боковой жесткости шины колеса того борта, на который приходится бóльшая нагрузка при незначительном перераспределении; некоторое уменьшение угла увода; незначительное уменьшение потребного угла поворота рулевого колеса	Время стабилизации рулевого колеса практически не изменяется	Уменьшение максимального значения боковой силы	То же
"Стабилизация"	Убывающая от постоянного значения до нуля	Увеличение эксплуатационной боковой жесткости шины колеса того борта, на который приходится бóльшая перераспределенная нагрузка; уменьшение увода автомобиля и потребного угла поворота рулевого колеса	Сокращение времени стабилизации рулевого колеса	Боковая сила остается постоянной при постоянном радиусе поворота дороги, оговоренном в методике испытании	Угловая скорость разворота автомобиля не изменяется

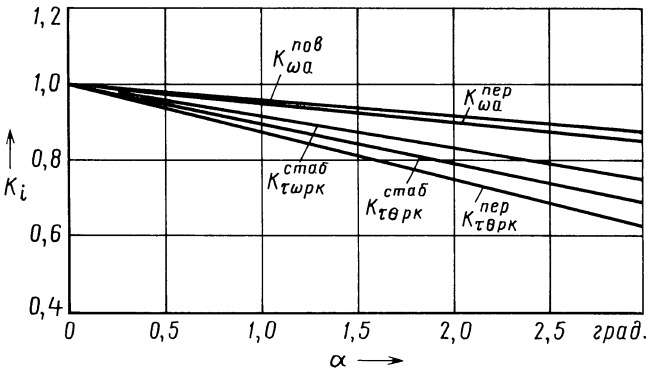
Кроме того, для пересчета рассматриваемых оценочных параметров управляемости со случая установки задних колес без развала на случай их установки с отрицательным развалом авторы вывели поправочные коэффициенты K, учитывающие влияние угла обратного развала задних колес на параметры управляемости двухосного автомобиля.

Значения же поправочных коэффициентов, полученные с использованием формул № 1—5, подсчитываются по формулам № 7.

Очевидно, что при угле развала задних колес $\alpha = 0$ значения поправочных коэффициентов равны единице. И поскольку их

Таблица 2

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\omega_a^{пер} = 25{,}9 - 1{,}3\alpha$	α — угол развала задних колес
2	$\omega_a^{пов} = 33{,}22 - 1{,}45\alpha$	—
3	$\tau_{\Theta рк}^{пер} = 0{,}4 - 0{,}05\alpha$	—
4	$\tau_{\Theta рк}^{стаб} = 1{,}127 - 0{,}12\alpha$	—
5	$\tau_{\omega рк}^{стаб} = 1{,}40 - 0{,}12\alpha$	—
6	$r_i = K_i\tau_i$	—
7	$K_{\omega a}^{пер} = 1 - 0{,}050\alpha$; $K_{\omega a}^{пов} = 1 - 0{,}043\alpha$; $K_{\tau\Theta рк}^{пер} = 1 - 0{,}125\alpha$; $K_{\tau\Theta рк}^{стаб} = 1 - 0{,}1065\alpha$; $K_{\tau\omega рк}^{стаб} = 1 - 0{,}086\alpha$	$K_{\omega a}^{пер}$, $K_{\omega a}^{пов}$, $K_{\tau\Theta рк}^{пер}$, $K_{\tau\Theta рк}^{стаб}$, $K_{\tau\omega рк}^{стаб}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие влияние угла обратного развала задних колес соответственно на угловую скорость поворота автомобиля при "переставке" и "входе в поворот", время стабилизации угла поворота рулевого колеса при "переставке", испытании "стабилизация" и угловой скорости поворота рулевого колеса при испытании "стабилизация"



функции имеют убывающий характер, то можно сделать вывод, что установка задних колес с отрицательным развалом уменьшает значения рассматриваемых оценочных показателей управляемости, т. е. улучшает управляемость двухосного легкового автомобиля.

И данный вывод подтверждает рисунок, на котором приведены зависимости $K_i = f(\alpha)$. Например, чем меньше $K_{wa}^{пер}$ и $K_{wa}^{пов}$, тем лучше курсовая устойчивость автомобиля; чем меньше $K_{\tau\theta рк}^{пер}$, $K_{\tau\theta рк}^{стаб}$ и $K_{\tau w рк}^{стаб}$ — его курсовая и траекторная устойчивости.

Что касается испытания "рывок руля", то здесь оценочными параметрами управляемости являются, как известно, характеристика поворачиваемости (зависимость между углом поворота рулевого колеса и боковым ускорением автомобиля) и "заброс угловой скорости" (зависимость угловой скорости от бокового ускорения) автомобиля. И надо сказать, что с появлением отрицательного развала задних колес здесь тоже есть изменения: при одном и том же угле поворота рулевого колеса автомобиль с отрицательным развалом задних колес имеет меньшее боковое ускорение, что улучшает траекторную управляемость, а при одном и том же боковом ускорении — меньшую угловую скорость, что улучшает курсовую устойчивость.

Таким образом, очевидно: установка задних колес двухосного легкового автомобиля с отрицательным развалом улучшает его управляемость, не ухудшая устойчивости движения.

УДК 62.622

Водородная энергетика и транспорт[1]

Кандидаты техн. наук Н.А. ХРИПАЧ, Л.Ю. ЛЕЖНЕВ

Специалистам давно уже ясно, что реализуемые промышленностью меры по снижению токсичности отработавших газов ДВС явно недостаточны для выполнения перспективных международных норм, и поэтому они усиленно ведут поисковые работы по созданию принципиально новых технологий, которые должны свести экологическую опасность АТС практически к нулевому уровню. Направлений таких работ как минимум четыре. Это использование альтернативных экологически чистых топлив ненефтяного происхождения; ДВС, работающие на водороде; электромобили с комбинированными силовыми агрегатами; электромобили с электрохимическими генераторами, питаемыми водородом или водородным синтез-газом, получаемым на борту за счет каталитического разложения углеводородных топлив ненефтяного происхождения (например метанола). Причем каждое из направлений предполагает, что альтернативные топлива могут применяться как в "чистом" виде (без участия традиционных жидких топлив нефтяного происхождения), так и в виде добавки к традиционным жидким топливам. Но все убеждены в том, что одним из самых лучших решений может быть применение водорода или синтез-газа с большой концентрацией водорода.

И это понятно. У водорода очень много очевидных преимуществ. Во-первых, его запасы практически неисчерпаемые. Во-вторых, его можно получать из возобновляемых сырьевых ресурсов. В-третьих, он обладает чрезвычайно высокой, в 3 раза большей, чем традиционные нефтяные топлива, энергоемкостью. В-четвертых, его окисление в энергоустановках повышает их КПД. В-пятых, продукты его сгорания практически не содержат вредных компонентов на основе углерода (монооксида и диоксида углерода, углеводородов и альдегидов), а при применении топливных элементов — и оксидов азота.

Именно по этим причинам НАМИ ведет работы в области освоения водородных технологий на транспорте уже более двух десятилетий. А в последние годы, учитывая актуальность проблемы глобальной энергетической безопасности страны, эти исследования перешли на новый качественный уровень. Здесь организован научно-исследовательский и экспериментально-конструкторский центр водородной энергетики и комбинированных энергоустановок, создан специализированный испытательный комплекс для исследования водородных, в том числе комбинированных, энергоустановок автомобилей с ис-

[1] Данным научным направлением руководит А.А. Ипатов

пользованием газообразных водорода и кислорода, а в настоящее время его модернизируют для работы с жидкими водородом и кислородом.

Специалисты центра ведут НИОКР по различным типам водородных и комбинированных автомобильных энергоустановок.

В работах НАМИ по водородной транспортной энергетике можно условно выделить три этапа — актуальные, средне- и дальнесрочные.

К актуальным отнесено создание ДВС, которые полностью или частично (с добавкой к основному топливу) работают на водородном топливе, синтезируемом на борту АТС из альтернативных энергоносителей (метанол или метан) или хранящемся на нем в сжатом либо жидком состоянии. Их достоинство — возможность реализации в серийном производстве, использование существующей транспортной инфраструктуры (в случае синтеза водорода на борту АТС), значительное (до 45 %) снижение выбросов вредных веществ и улучшение (до 15—20 %) топливной экономичности автомобиля. Правда, для этого потребуется достаточно развитая инфраструктура заправки автомобилей жидким или газообразным водородом.

Среднесрочными перспективными разработками считаются АТС с комбинированными энергоустановками (ДВС, работающий на водородном топливе, синтезируемом на борту, плюс электрогенератор и приводные электродвигатели). В этом случае ДВС работает в режимах, близких к стационарным, что обеспечивает уменьшение (до 60 % по отношению к традиционному бензиновому двигателю) выбросов токсичных компонентов с его отработавшими газами, улучшает условия работы системы синтеза водорода и, как следствие, снижает (на 40—45 %) расход топлива. Но для такого автомобиля нужны электромеханическая трансмиссия и источники накопления энергии на борту — буферные накопители в виде тяговых аккумуляторных батарей или батарей суперконденсаторов.

Дальнесрочные разработки — АТС с энергоустановками на базе топливных элементов. Их дальнесрочность определяется, в первую очередь, отсутствием компактных топливных элементов с характеристиками, приемлемыми для автомобильного транспорта.

Как видим, этапы — не прихоть, а необходимость. Например, первый из них, создание автомобиля с КЭУ на базе водородного ДВС — не потеря времени и средств. Он — шаг на пути освоения АТС с топливными элементами, потому что его электромеханическая трансмиссия, буферные накопители, система получения водорода универсальны, в данном случае достаточно будет заменить водородный ДВС топливным элементом.

К сожалению, опыт зарубежных исследователей показывает, что такой топливный элемент при цене 200—250 амер. долл. за 1 кВт его энергии может быть создан не ранее чем через 20—25 лет.

В ходе проведенных ранее специалистами НАМИ исследований были созданы различные варианты опытных образцов автомобильных двигателей, работающих как на комбинированном топливе (водород + бензин), так и на чистом водороде. Результаты испытаний совпали с предсказанными теорией — подтвердили экологические преимущества водорода.

Разработки НАМИ, которые можно отнести к актуальным в отношении транспортной водородной энергетики, следующие: создание двигателя, работающего на смесевом топливе "бензин + водород" и электронной системой управления топливоподачей и воспламенением (выполнялись совместно с Институтом машиноведения имени А.А. Благонравова РАН, специалисты которого создали высокоэффективную систему металлогидридного хранения водорода) и автомобиля ВАЗ-2111, двигатель которого работает на смесевом топливе "этанол + водород".

К перспективным работам НАМИ следует отнести разработку комбинированных силовых установок, использующих водородное топливо. Причем накоплен уже достаточный опыт их создания, а также есть концепция развития работ в области комбинированных водородных транспортных средств (рис. 1), в основу которой положен принцип: автомобиль с КЭУ и буферным накопителем энергии, представляющий собой как бы

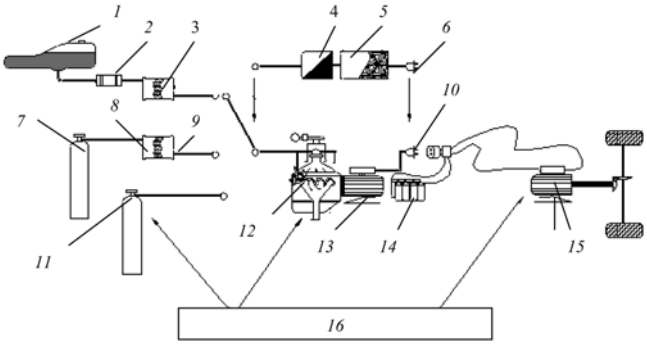


Рис. 1. Схема разработанной в НАМИ концепции АТС с КЭУ, работающей на водороде:

1 — метанол; *2* и *8* — реакторы; *3* и *9* — синтез-газ; *4* — очистка водорода; *5* — топливный элемент; *6* и *10* — электрический ток; *7* — метан; *11* — водород; *12* — ДВС; *13* — электрогенератор; *14* — буферный накопитель электроэнергии; *15* — тяговый электропривод; *16* — система управления

"розетку" для различных потребителей электрического тока. В качестве источников получения электрической энергии можно использовать мотор-генератор на базе ДВС или топливный элемент.

Эта концепция позволяет безболезненно менять источники и системы аккумулирования водородного топлива — будь то баллонное или криогенное хранение, или синтез топлива на борту.

Преимущества автомобиля с водородной комбинированной энергоустановкой очевидны: меньшая шумность и отсутствие загрязнения атмосферы; ниже потребление кислорода; выше эстетические качества, удобство и комфорт управления; возможность рекуперации энергии; простота обслуживания; экономия нефтяных ресурсов.

Однако практическая реализация таких АТС требует решения многих проблем.

Но основной из перечисленных проблем было и остается отсутствие экономически оправданных безопасных средств хранения водорода на борту автомобиля. Достаточно сказать, что даже наилучший из пока известных способов, криогенный, по энергоплотности уступает нефтяным топливам в несколько раз. Не говоря уже о том, что в техническом отношении системы его хранения неизмеримо сложнее систем хранения и транспортирования жидких нефтяных топлив. Поэтому применение водорода в автомобиле сразу упирается в проблему энерговооруженности (или, проще говоря, запаса хода) автомобиля.

Вторая по важности проблема — создание развитой инфраструктуры, т. е. производства водорода в массовых масштабах, транспортирования к местам его заправки и самой заправки. Она, по мнению западных экспертов, появится не раньше, чем через 15—20 лет.

Специалисты НАМИ, понимая всю сложность перечисленных проблем, пришли к выводу, что в качестве промежуточного решения должны стать двигатели, работающие на смесях водорода с оксидом или диоксидом углерода, получаемым непосредственно на борту автомобиля путем конверсии метана или метанола (рис. 2). И довольно серьезно занимаются этим направлением. В частности, в 2006 г. создали несколько образцов водородной автомобильной техники. В том числе грузовой автомобиль (на базе шасси ЗИЛ-5301) с КЭУ, оснащенный ДВС-генераторной установкой, питаемой синтез-газом, который производится (рис. 3) из метанола непосредственно на борту автомобиля.

Его основные технические характеристики:

Максимальная скорость, км/ч	70
Время разгона до 60 км/ч, с	24
Масса перевозимого груза, кг	2000
Запас хода, км	500
Уровень соответствия международным нормам по выбросам вредных веществ	"Евро-5"

Преимущества КЭУ данного типа очевидны. Это возможность снижения ее стоимости по сравнению с батареей топливных элементов, исключение необходимости наличия на борту запаса водорода, что положительно влияет на увеличение массы перевозимого груза, обеспечение того уровня выбросов вредных веществ, который соответствует даже перспективным международным требованиям. Проведен также большой объем работ по переводу двигателя автомобиля ВАЗ-2111 на питание этанол-водородными топливными композициями.

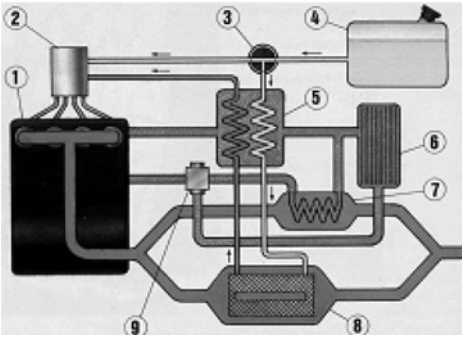


Рис. 2. Схема получения водорода из метанола для автомобиля с двухтопливным ДВС:
1 — ДВС; *2* — карбюратор-смеситель; *3* — переключатель типа топлива; *4* — топливный бак; *5* — теплообменник для испарения метанола и охлаждения синтез-газа; *6* — радиатор системы охлаждения ДВС; *7* — пусковой подогреватель охлаждающей жидкости; *8* — реактор конверсии метанола в синтез-газ; *9* — термостат системы охлаждения

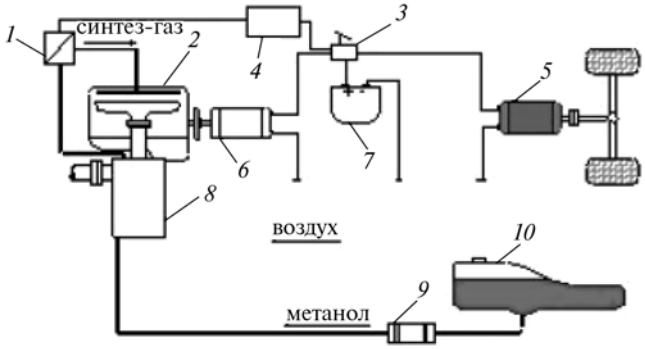


Рис. 3. Схема КЭУ с получением водорода на борту автомобиля ЗИЛ-53101:
1 — регулятор подачи синтез-газа; *2* — ДВС; *3* — регулятор скорости движения автомобиля; *4* — блок управления ДВС; *5* — тяговый электродвигатель; *6* — генератор; *7* — аккумулятор электроэнергии; *8* — конвертер метанола; *9* — топливный насос; *10* — топливный бак

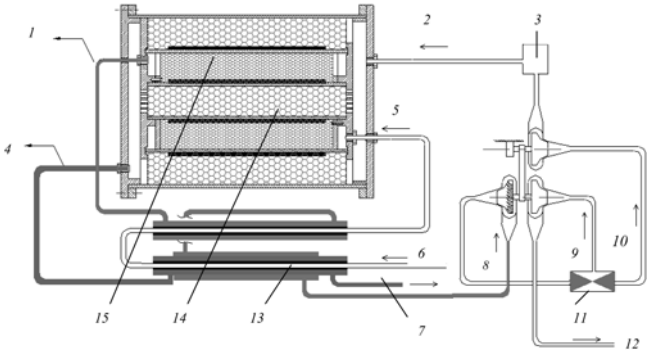


Рис. 4. Схема получения водорода путем термохимической диссоциации метанола на борту АТС, работающих от топливных элементов "водород-воздух":
1 — нагретый синтез-газ; *2* — монооксид углерода + воздух; *3* — теплообменник; *4* — нагретый диоксид углерода; *5* — нагретый метанол; *6* — метанол; *7* — диоксид углерода; *8* — синтез-газ; *9* — водород; *10* — монооксид углерода; *11* — разделитель газов; *12* — магистраль подвода водорода к топливным элементам; *13* — ТЭН; *14* — катализатор для окисления монооксида углерода; *15* — катализатор конверсии метанола

Проблема	Решение
Низкая энергоемкость систем хранения водорода на борту и соответственно малый запас хода АТС	Криогенная система хранения, баллоны высокого давления, буферный накопитель энергии, ее рекуперация, бортовые каталитические конвертеры, оптимизация мощностного баланса
Взрывоопасность	Контрольные датчики утечки водорода, система аварийного отключения подачи и сброса давления при аварийных ситуациях
Высокая стоимость	Совершенствование технологии производства топливных элементов, оптимизация мощностного баланса
Отсутствие инфраструктуры массового производства, транспортирования и заправок АТС водородом	Использование мобильных заправочных станций, получение водорода на борту электромобиля путем каталитической конверсии метанола
Защита от высокого напряжения	Капсулирование и заземление магистралей и агрегатов высокого напряжения, высокопрочные электроизолирующие материалы
Высокая чувствительность к электромагнитным воздействиям	Экранирование зон высокого электромагнитного излучения
Водородная хрупкость металлов	Применение антикоррозионных присадок, устойчивых материалов и защитных покрытий

Но, естественно, эти работы не снизили внимания специалистов НАМИ и к тому направлению развития водородной энергетики, которое считается, так сказать, идеальным для будущего. Ими разработано (на шасси того же ЗИЛ-5301) АТС с энергетической установкой на базе топливных элементов.

Дальнейшим этапом развития работ в области энергоустановок на базе топливных элементов будет создание системы получения на борту автомобиля водородного топлива, синтезируемого из метанола или метана. Но здесь предстоит решить ряд проблем, главная из которых — очистка водорода от примесей, прежде всего соединений углерода с кислородом. И решение, в принципе, уже найдено (рис. 4). Составлен и перечень рисков, связанных с использованием водородного автотранспорта (транспортирование водорода к месту заправки, заправка водородом, закрытые стоянки АТС, эксплуатация АТС в тоннелях).

В настоящее время специалисты НАМИ занимаются не только НИОКР водородной энергетики, но и участвуют в выработке глобальных правил по водородной безопасности на транспорте. Причем участвуют очень активно. Они, например, предлагают, чтобы требования правил ЕЭК ООН не ограничивались лишь документами, оговаривающими хранение и подачу водорода в ДВС или систему топливных элементов, а также порядок их установки на транспортном средстве; разрабатываемые законодательные акты в области регулирования транспортной водородной энергетики должны содержать характеристики безопасности и целостности отдельных компонентов, а также всего транспортного средства даже в экстремальных условиях или в таких ситуациях, как ДТП и т. д. Кроме того, они разработали концепцию защиты пассажиров "водородных" АТС от воздействия высоких напряжений.

В заключение следует отметить, что применительно к российским условиям разработка и освоение производства АТС с энергоустановкой на водородном топливе представляется весьма актуальной задачей, поскольку позволяет существенно сократить имеющееся наше отставание от мирового автомобилестроения.

УДК 621.43.019.4/.6

Аномальные процессы сгорания в бензиновых двигателях

Канд. техн. наук А.В. ДМИТРИЕВСКИЙ

Энергетические показатели современных ДВС с искровым зажиганием конструкторы улучшают главным образом путем повышения степени сжатия, совершенствования рабочего процесса и применения различных видов наддува. Однако все эти меры, особенно наддув, увеличивают давления и температуры топливовоздушного заряда, стенок цилиндра и головки блока. В результате не очень часто, но все-таки встречаются выходы из строя двигателя и даже создаются аварийные ситуации на дороге. Причина — аномальные процессы сгорания топлива. Причем как поддающиеся (детонация), так и не поддающиеся управлению (воспламенение от нагретой части поверхности деталей, образующих камеру сгорания, или из-за высокой температуры топливовоздушного заряда).

Рассмотрим их.

Детонационное сгорание — наиболее часто встречающееся и хорошо известное практикам явление. Его суть тоже достаточно хорошо известна.

После воспламенения топливовоздушной смеси от искры фронт пламени распространяется по камере сгорания, давление и температура оставшейся части заряда растут до 5—7 МПа (50—70 кгс/см^2) и 2273—2773 К (2000—2500 °С), в нем происходят предпламенные химические реакции. При низких частотах вращения коленчатого вала и полных нагрузках детонация сопровождается появлением ударных волн, распространяющихся по камере сгорания с высокой скоростью, вызывая металлические стуки. При этом разрушается пристеночный слой смазки, что способствует повышению теплоотдачи в стенки цилиндра, камеры сгорания, тарелки клапанов, днище поршня, ухудшению мощностных и экономических показателей ДВС. Длительная работа с сильной детонацией вызывает перегрев двигателя, эрозию стенок камеры сгорания, оплавление и задиры поршня, повышенный износ цилиндра.

Известны и методы борьбы с детонацией в эксплуатации. Это плавное перемещение педали "газа", уменьшение УОЗ и т. п. Однако, к сожалению, существует и другой, мало изученный вид детонации — высокооборотная, которую при высоких скоростях движения автомобиля водитель не слышит. Ее результат — поломка перемычек между канавками поршневых колец, прогар прокладки и задиры зеркала цилиндра.

Главная причина обоих вариантов детонации — несоответствие октанового числа топлива степеням сжатия и наддува двигателя. И здесь во многом виноваты сами потребители: многие из них не знают, что на нефтеперегонных заводах октановые числа бензинов определяют двумя методами: моторным или исследовательским. Разница между получаемыми этими методами октановыми числами (ее называют чувствительностью) зависит от химического состава топлива, определяемого технологией производства, и она находится в пределах от 4 до 10 и даже до 20 ед. октановой шкалы. Так что если заправить топливный бак, обращая внимание только на цифры в марке бензина и пренебрегая буквами ("А" или "АИ"), можно легко "обеспечить" детонацию двигателя своего автомобиля. Кроме того, фактическое октановое число зависит от способа получения бензина. Например, у бензинов прямой гонки, имеющих низкую (~0,72 т/м^3) плотность, значение фактического октанового числа приближается к значениям, полученным исследовательским методом. Бензины же с высоким (до 35—50 %) содержанием ароматических углеводородов и высокой (до 0,77 т/м^3) плотностью имеют более низкие значения фактического октанового числа, близкие к данным моторного метода. Наконец, при хранении бензина его фактическое октановое число снижается.

Государственные службы все это начинают учитывать. Так, в Приложении № 1 к техническому регламенту предусмотрены требования к бензинам четырех классов. В их числе (см. таблицу) отсутствие присадок, содержащих металлы (свинец, марганец, железо), и эфиров с пятью и более атомами углерода в молекуле.

При определении максимального расчетного октанового числа с учетом различных факторов для проведения анализа результатов детонационных испытаний используется эмпирическая формула $ОЧ_р = 78T_о + 420D_{\eta v}/n - 6000/K_д\varepsilon^3$, в которой $T_о = 1$ — для двигателей с жидкостным и $T_о = 1{,}2$ — с воздушным охлаждением; D — диаметр поршня; ε — степень сжатия, η_v — коэффициент наполнения при данной частоте вращения коленчатого вала ДВС; $K_д$ — коэффициент, учитывающий конструктивные особенности двигателя (для двигателя с центральным впрыскиванием топлива и камерой сгорания с вытеснителем, имеющим площадь 20—30 % площади днища поршня, данный коэффициент равен единице, для двигателя без вытеснителя — 1,2 и при впрысковой системе за счет снижения температурного режима заряда его значение снижается до 0,5—0,7).

Исследованиями установлено, что выигрыш в мощностных и экономических показателях по мере увеличения степени сжатия снижается и сопровождается ростом выбросов оксидов азота, ужесточением требований к октановому числу топлива и нагрузкам на основные детали двигателя. Поэтому степень сжатия двигателей легковых и грузовых автомобилей малого класса обычно не превышает 8,5—10,5. Но фирмы-производители все-таки продолжают ее увеличивать. Поэтому и рекомендуют для использования бензины АИ-95 и АИ-98. Но и это не предел. Для форсированных двигателей как с наддувом, так и без наддува только одна фирма — ООО "Дельфин Моторзспорт" (г. Пушкино) — выпускает 18 марок бензинов "АИ" с октановыми числами от 99 до 140. Понятно, что стоимость таких бензинов очень высокая (от 129 до 341 руб. за 1 л).

То, что сказано в отношении октановых чисел бензинов, это среднестатистические данные. На практике же требования к бензинам часто нарушаются. Хотя на АЗС есть мобильные экспресс-лаборатории, укомплектованные необходимым набором приборов. В частности, приборами, которые выпускает ООО "Экрос-Юг" (г. Краснодар) и которые позволяют определять октановые числа бензинов и исследовательским, и моторным методами, содержание в них механических примесей и воды, смол, тяжелых углеводородов, свинца, наличие моющих присадок и др. Почему это делается не всегда — вопрос не научный, а скорее административно-коммерческий.

Показатель	Класс бензина			
	2	3	4	5
Октановые числа по методу:				
исследовательскому	92	95	95	95
моторному	83	85	85	85
Наличие:				
бензола, %	5,0	1,0	1,0	1,0
серы, мг/л	500	150	50	10
ароматических углеводородов, %	—	42	35	35

Второй случай аномальных явлений в ДВС — *калильное зажигание от нагретой поверхности*. Его причины: слишком "горячая" для данного двигателя свеча, низкооктановое топливо, ранний УОЗ, перегрев двигателя, высокая степень наддува. Возникает оно обычно в зоне полных нагрузок и высоких частот вращения коленчатого вала, причем как после, так и до появления искры. В первом варианте процесс сгорания протекает с обычными скоростями и не вызывает детонации. Второй случай сложнее: преждевременное калильное зажигание делят на бесшумное, устойчивое, слышимое и саморазгоняющееся. Но при любом из его видов воспламенение топливовоздушной смеси чаще всего происходит от перегретого электрода или изолятора свечи зажигания, тарелки выпускного клапана. И так как оно происходит до появления искры, то давление и температура заряда каждого последующего цикла увеличиваются — до тех пор, пока что-то не сгорит. В частности, испытания, проведенные в НАМИ, показали: двигатели с номинальной частотой вращения коленчатого вала до 4500 мин$^{-1}$ могут проработать с калильным зажиганием до начала "задира" поршня не более 20 мин, а высокооборотные — 20—30 с, после чего у них обгорают электроды свечи, прогорает днище поршня и происходит "заклинивание".

При стендовых испытаниях калильное зажигание до появления искры сопровождается снижением мощности двигателя, поскольку существенно возрастают затраты энергии на сжатие продуктов сгорания до ВМТ; увеличивается жесткость сгорания (скорости повышения давления в зоне ВМТ за 1 град. п.к.в.): вместо обычных 0,15—0,20 МПа/град. (1,5—2 кгс/см^2/град.) до 0,8—1,0 МПа/град. (8—10 кгс/см^2/град.).

Один из способов оценки стойкости топлив к калильному зажиганию — способ, аналогичный определению октановых чисел. С тем лишь отличием, что такое зажигание получают с помощью спирали, нагреваемой электрическим током. Калильная стойкость выражается через изооктановый эквивалент (ИЭ) и определяется по формуле ИЭ = $100 t^T_{кп} / t^И_{кп}$, в которой $t^T_{кп}$ — температура калильного зажигания оцениваемого топлива при прокрутке двигателя; $t^И_{кп}$ — то же для изооктана. При этом в качестве высших эталонов могут быть использованы изооктан (100) или бензол (106), а в качестве низшего — метиловый спирт (75) или нитропропан (68).

Третий случай аномального сгорания — *воспламенение от нагара (грохот)*, которое, по существу, представляет собой одну из разновидностей калильного зажигания. Его первопричина — ударные волны, возникающие при детонации: они способствуют отслоению от стенок камеры сгорания тлеющих частиц нагара, которые и воспламеняют смесь.

Грохот проявляется в виде глухих стуков, которые даже опытный водитель обычно не слышит из-за высокого уровня шума при больших скоростях движения автомобиля. Но сам по себе он не опасен: после непродолжительной работы двигателя нагар выгорает, грохот прекращается, и может опять появиться детонация.

Исследовать процесс при грохоте в связи с его быстротечностью довольно сложно. Тем не менее доказано, что наиболее интенсивное нагарообразование происходит на режимах малых нагрузок и при переходе на большие нагрузки температура частиц нагара повышается. Кроме того, они могут взаимодействовать с кислородом, выделяя теплоту и создавая активную поверхность, воспламеняющую смесь. Калильное число нагара, согласно методике, разработанной в НИИНП, оценивается по безразмерному показателю — суммарному калильному числу, которое равно отношению числа циклов с калильным зажиганием с нагарообразующим топливом к числу циклов с эталонным топливом. И ее применение показало: очень низкими калильными числами обладают нагары, образуемые при сгорании изопарафиновых, нафтеновых и олефиновых углеводородов; ароматические же углеводороды (особенно при каталитическом риформинге жесткого режима) образуют нагары с высокой (до 35 %) активностью.

Четвертый случай аномальных процессов сгорания — *воспламенение смеси при выключении зажигания ("дизельный процесс")*. Оно возникает при заниженном октановом числе топлива на холостом ходу вследствие высокой температуры топливного заряда и большого коэффициента остаточных газов. При этом коленчатый вал вращается с частотой 100—200 мин$^{-1}$. Чтобы исключить такой режим работы, в карбюраторах предусматривалась система "антидизель", перекрывающая подачу топлива при выключении зажигания. Типичный пример — система "Каскад", разработанная в НАМИ для автомобилей ВАЗ, ЗАЗ и УАЗ с целью снижения токсичности и расхода топлива с ее подсистемой прекращения подачи топлива на режимах принудительного холостого хода и при выключении зажигания. В двигателях с впрыскиванием топлива для прекращения этого процесса также отключается подача топлива.

Подводя итоги сказанному выше, можно назвать основные пути снижения склонности ДВС к аномальным процессам сгорания. Их достаточно много.

1. Ужесточение требований к октановым числам бензинов: их значения должны находиться в зоне минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала при полной нагрузке и обедненном составе смеси.

2. Выбор такой характеристики системы управления УОЗ, как центробежным автоматом, так и микропроцессорной системой, осуществляется из условия, чтобы мощностные и экономические показатели на режимах низких частот вращения были на 5—15 % ниже номинальных. (Это позволяет повысить степень сжатия и улучшить основные показатели двигателя на остальных режимах.)

3. Установка на некоторых режимах более поздних, по сравнению с оптимальными, УОЗ, что обеспечивает уменьшение выброса оксидов азота и углеводородов.

4. Для снижения требований к октановым числам бензинов для двигателей с клиновой или плоскоовальной камерой сгорания необходимо, как это сделано на двигателях ЗМЗ-402, ГАЗ-53, УМЗ и их модификациях, использовать турбулизацию топливовоздушного заряда, создаваемую в конце хода сжатия за счет перетекания части заряда из объема между днищем поршня и плоскостью головки цилиндров (вытеснителя). В частности, путем увеличения площади вытеснителя и снижения его высоты: благодаря этому увеличивается скорость распространения пламени и уменьшается время протекания предпламенных реакций в процессе сгорания.

5. Установка на двигателях датчиков детонации, способных по изменению уровня вибраций фиксировать появление высокочастотных колебаний в конце сгорания и выдавать в систему управления сигналы, которые заставляют ее уменьшать УОЗ.

6. Применение на двигателях, не имеющих систем управления УОЗ с обратной связью, октан-корректора с ручным управлением, с помощью которого можно не только изменять УОЗ, но и увеличивать энергию искрового разряда, обеспечивает многократное (до 14 искр за один оборот) искрообразование с целью надежного пуска и прогрева двигателя. При этом следует иметь в виду, что пробивное напряжение на электродах свечи зависит, главным образом, от давления и состава топливовоздушной смеси в цилиндре, искрового промежутка между электродами свечи. Поэтому при переводе двигателя с бензина на газовое топливо для обеспечения надежного воспламенения требуется более высокое напряжение в системе зажигания. То есть необходимо увеличивать пробивное напряжение или уменьшать искровой промежуток. Кроме того, при переходе на газ увеличивается температура наконечника изолятора (в среднем на 60—70 К). Для газовоздушной смеси, имеющей меньшие скорости сгорания, необходима установка более ранних углов опережения зажигания (обычно на 5—7 град. п.к.в. больших, чем при работе на бензине).

7. Снижение температуры деталей, образующих камеру сгорания, путем установки более "холодных" свечей зажигания; повышения интенсивности охлаждения цилиндров, наиболее удаленных от насоса жидкостного охлаждения; применения натриевого охлаждения выпускных клапанов; двойного последовательного выпуска отработавших газов (сначала через окна в цилиндре и только потом через выпускные клапаны); фази-

рованного впрыскивания топлива в цилиндр (при нем на повышенных нагрузках в зоне малых и средних частотах вращения коленчатого вала на ходе впуска форсунка с большим углом факела подает обедненную смесь, не способную детонировать, а в конце хода сжатия вторую дозу с малым углом факела, в которой уже не успевают произойти предпламенные реакции. В результате богатая смесь попадает в зону свечи, обеспечивая возможность работы без детонации при высоких степенях сжатия).

8. Применение комбинированного наддува. Например, как сделала фирма "Фольксваген" для улучшения динамики и экономичности автомобилей "Гольф" и "Туран" с двигателем 1,4 TSI. Она использовала такое решение: в начальный период разгона в зоне до 3500 мин$^{-1}$ работают объемный нагнетатель с механическим приводом и турбокомпрессор, а свыше 3500 мин$^{-1}$ турбокомпрессор выходит на режим максимальной степени наддува, и специальная муфта отключает механический компрессор. Результат: мощность форсированного варианта двигателя достигает 125 кВт (170 л. с.) при 6000 мин$^{-1}$, а максимальный крутящий момент, равный 240 Н · м (24,5 кгс · м), поддерживается в диапазоне от 1750 до 4500 мин$^{-1}$.

9. Обеспечение адиабатического расширения смеси на ходе впуска (цикл Миллера). Правда, при этом значительно усложняется система газораспределительного механизма: он должен изменять фазы впуска в широком диапазоне.

10. Создание двигателей с изменяемой степенью сжатия, особенно двигателей с наддувом. Такое решение обеспечивает высокие показатели по топливной экономичности на основных эксплуатационных режимах при малых и средних нагрузках за счет высокой (до 14) степени сжатия, а при больших нагрузках и включении наддува исключает аномальные процессы сгорания за счет ее снижения. Вариантов конструктивного исполнения данного режима известно много. Но все они связаны с изменением положения поршня относительно головки цилиндров с помощью эксцентриковых втулок в различных элементах КШМ или телескопического поршня с выдвижным днищем, подвижного элемента камеры сгорания в головке цилиндров балансирного и траверсного механизмов. Например, довольно оригинальное решение применили специалисты НАМИ в траверсном механизме для двигателей ЗМЗ и ВАЗ: оно позволяет регулировать степень сжатия.

Таким образом, аномальные процессы сгорания — реальность, причем довольно опасная, поэтому с нею приходится бороться. И прежде всего — изучать ее причины. С тем, чтобы грамотно их устранять. И такого рода работы ведутся все интенсивнее. В том числе и в НАМИ.

УДК 621.43-035.81/.83

Моторные автомобильные масла. Состояние и пути повышения их качества

Б.М. БУНАКОВ, А.Н. ПЕРВУШИН, К.Ю. СМИРНОВ

Наблюдаемое в последние 20 лет повышение мощности и надежности ДВС, улучшение их топливной экономичности и снижение токсичности отработавших газов в значительной мере обусловлены существенным повышением качества конструкционных и горючесмазочных материалов. Причем качество многие специалисты ставят на первое место, так как все более ужесточаемые законодательные нормы на выброс токсичных компонентов с отработавшими газами и эксплуатационные расходы топлива и моторных масел удовлетворяются в значительной степени именно за счет качества ГСМ. В частности, за счет прекращения использования металлосодержащих антидетонационных присадок и уменьшения содержания ароматических соединений (бензола) в автомобильных бензинах при одновременном введении в них моющих присадок; радикального снижения содержания серы и повышения цетанового числа дизельных топлив; перехода на выпуск масел последних поколений, обеспечивающих длительную работоспособность систем снижения токсичности отработавших газов и высокий общий ресурс работы двигателей. Поэтому совершенно естественно, что мировые спецификации и классификации на ГСМ (в первую очередь на моторные масла) через каждые 4—5 лет подвергаются ревизии. Динамика изменений категорий качества моторных масел для дизелей в США приведена в табл. 1.

Так, в 1955 г. в США на моторные масла была введена категория «СД». Она была ответом на тяжелые эксплуатационные условия работы дизелей с турбонаддувом на топливах с высоким содержанием серы. Масла имели высокие значения щелочного числа и характеризовались высокими моюще-диспергирующими и антикоррозионными свойствами. Затем, когда возник вопрос увеличения сроков замены масел при использовании дизельного топлива с высоким содержанием серы, масла категории "СД" заменили маслами категории "СЕ". Наконец, спустя три года, когда ввели ограничения на выброс вредных частиц, дизели стали оснащать системами прямого впрыскивания топлива и переходить от сезонных дизельных масел на всесезонные, на рынке появились масла категории "CF-4", для которых ограничения по содержанию серы не предусматривались.

Спустя еще три года (в 1994 г.) в США приняли норму по снижению твердых частиц во вредных выбросах автомобиля с 0,35 до 0,14 г/(кВт · ч), или с 0,25 до 0,1 г/(л. с. · ч), что потребовало уменьшить содержание серы в топливе до 0,05 %. Достигнутое при этом повышение срока службы масел на малосернистом топливе и ряд конструктивных решений по топливной аппаратуре привели к повышению содержания сажи в масле и его аэрации. Для надежной работы деталей в этих условиях было создано масло категории "CG-4".

В 1998 г. нормы по выбросам оксидов азота снизили с 6,8 до 5,5 г/(кВт · ч), или с 5 до 4 г/(л. с. · ч), т.е. на 20 %. Это достиглось изменением процесса впрыскивания топлива (увеличением задержки его воспламенения), подъемом верхних поршневых колец, снижением расхода масла. В результате проявило себя загустевание масла из-за повышенного содержания в нем сажи, что способствовало быстрому изнашиванию деталей привода топливоподачи, забиванию фильтров и разрушению подшипников. Для устранений этих явлений разработано масло "CH-5".

Однако в 2002 г. нормы на выбросы оксидов азота снова уменьшили, причем вдвое. Для их выполнения конструкторы вынуждены были использовать рециркуляцию отработавших га-

Таблица 1

Категория масел	Год введения	Условия, определившие введение
"СД"	1955	Дизели с турбонаддувом, работающие на высокосернистом топливе (содержание серы 0,5—0,7 %)
"СЕ"	1988	Увеличение сроков службы масел до замены
"CF-4"	1991	Прямой впрыск, ограничения по выбросам частиц; использование всесезонных масел для дизелей
"CG-4"	1994	Снижение содержания твердых частиц в отработавших газах 0,258 до 0,1 г/л. с. · ч, серы — с 0,5 до 0,05 %
"CH-5"	1998	Снижение оксидов азота, не более 4 г/ л. с. · ч
"CI-4"	2004	Снижение оксидов азота, не более 2 г/ л. с. · ч

зов. Что резко осложнило работу моторного масла (повышенное окисление) и усилило коррозионные процессы в двигателе. В результате возникла необходимость разработки масла новой категории — "CI-4", которое и начали использовать в 2004 г.

Таковы факты. Они интересны тем, что темп изменений качества масел постоянно увеличивался. Так, если масло категории "СД" просуществовало 28 лет, "CE" — 9 лет, а "CF-4" — 4 года, то масла новых категорий ("CG-4", "CH-4", "CI-4") вводились каждые три года.

Естественно, этот процесс сопровождался разработкой новых методов испытаний и критериев оценки качества масел. Например, если для оценки масел категории "СД" 25 лет назад было достаточно двух испытаний на двигателях "Катерпиллер" и CLR-38, то сегодня масло категории "CI-4" требует проведения восьми моторных тестов и реализации семи лабораторно-стендовых методов оценки, включая совместимость с резиновыми уплотнениями для свежих масел и низкотемпературную прокачиваемость для отработанных масел с содержанием сажи 5 %.

В России ситуация с моторными маслами значительно сложнее. Так, в крайне запущенном состоянии находится моторная оценка наиболее массовых масел, производимых по ГОСТ 10541 и ГОСТ 8581. Масла по ГОСТ 10541 для бензиновых двигателей сегодня не вышли за пределы группы Г1, что эквивалентно требованиям классификации API 1972 г. (категория SE), а для дизелей — за пределы группы Д, аналог которой (категория "CD") в США введен в середине прошлого столетия. Все это ведет к крайне негативным последствиям и, в первую очередь, к резкому отставанию по ассортименту и качеству отечественных нефтепродуктов от мирового уровня.

Так что и здесь нам придется догонять. Причем следует иметь в виду, что разработка новых методов оценки масел для отечественных двигателей требует значительных (до 5—7 лет) затрат времени и финансов. При этом быстрое признание разрабатываемых у нас методов международным техническим сообществом, мягко говоря, вызывает сомнение.

Результаты нашего отставания с каждым годом становятся все более ощутимыми. Скажем, если для России сегодня основным для легкового автомобильного транспорта стало масло категории "SG" по API, то на Западе оно отменено в 1992 г., и после него введено уже масло новых четырех категорий — "SH", "SJ", "SL" и "SM".

Таким образом, можно сказать, что сегодня в России сложилась кризисная ситуация по моторным маслам, и ее решение требует скоординированных активных и грамотных действий как со стороны государственных структур, так и от бизнес-сообщества (производителей техники и нефтепродуктов).

К сожалению, активность образованной в 2006 г. и недавно ликвидированной Межведомственной комиссии по ГСМ оказалась крайне низкой: за истекшие два года она так и не определилась, на каком поле и по каким правилам будет действовать. Задачи, которые должна была решать комиссия, носили неконкретный бюрократический характер, что не позволяло прогнозировать, каким образом она могла бы влиять на повышение качества и оперативное обновление ассортимента отечественных моторных масел.

Правда, бизнес-сообщество с этой точки зрения более активно предпринимает определенные действия в этом направлении. Так, Ассоциация автомобильных инженеров в 2004 г. разработала систему добровольной сертификации автомобильных ГСМ ("Система ААИ-ГСМ") и зарегистрировала ее в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии. Эта система, как и ее западные аналоги, — саморегулируемая, базирующаяся на новой, предложенной автомобилестроителями классификации моторных масел, которая обобщает требования производителей автомобильной техники к их качеству и формализована в виде стандарта СТО ААИ 003—98 "Масла моторные для автомобильных двигателей. Классификация. Обозначения и общие технические требования". И надо сказать, что данная классификация позволила существенно сократить разрыв в качественном ассортименте отечественных и зарубежных масел.

На ГСМ, прошедшие с положительными результатами испытания в "Системе ААИ-ГСМ"), выдается свидетельство, и они могут маркироваться зарегистрированным знаком соответствия. Поэтому уже сегодня производители автомобильной техники в России в инструкциях по эксплуатации своих изделий предписывают применять ГСМ, отвечающие требованиям именно "Системы ААИ-ГСМ", а производители нефтепродуктов, со своей стороны, вводят требования системы в технические условия на производимые ГСМ.

Таблица 2

Параметр	Масло		
	Б4 (АА4) (SG/SH/SJ)	Б5 (АА4) (SL)	Б6 (АА4) (SM)
Продолжительность испытаний, ч	64	72	96
Увеличение вязкости масла при 313 К (40 °С), %	⩽100	150	200
Подвижность поршневых колец, балл	0	1,0	1,0
Отложения на юбке поршня, балл	0,5	0,5	0,7
Отложения на перемычках поршня, балл	0,7	1,5	2,0
Средний износ кулачков распределительного вала, мкм	15	—	—
Средний износ комплекта поршневых колец, мг	—	50	50

Все это вполне объяснимо: работа, связанная с созданием добровольной системы сертификации, проводилась специализированными подразделениями ведущих предприятий страны — ВАЗ, КамАЗ, ЗМЗ, ФГУП "НАМИ" и ЗАО "НАМИ-ХИМ". Отсюда и разработка ряда новых методов оценки качества топлив и моторных масел, оформленных в виде стандартов ААИ. Пример тому − создание метода оценки антиокислительных свойств и склонности масел к образованию высокотемпературных отложений на двигателе ВАЗ-2111 (табл. 2), аналогичный европейскому методу на двигателе TU 5JP-L-4. Метод, который позволяет надежно дифференцировать масла по их антиокислительным свойствам и склонности к нагару, лакообразованию при работе двигателя на предельных тепловых режимах. ВАЗом и ЗАО "НАМИ-ХИМ" разработан и реализуется на том же двигателе метод оценки склонности масел к образованию низкотемпературных отложений, по методологическому подходу близкий к американскому методу "Сиквенс VE".

Современные двигатели предъявляют повышенные требования к противоизносным свойствам масел. В первую очередь это актуально для механизмов привода клапанов: незначительные изменения в их кинематике, обусловленные износом деталей, приводят не только к ухудшению топливной экономичности ДВС, но и существенному ухудшению экологических показателей автомобиля. Поэтому ФГУП "НАМИ" и ЗАО "НАМИ-ХИМ" в 2004—2005 гг. взамен стенда СИ-010 разработали отечественный метод ВАЗ-ТЗА для оценки этого важного и актуального эксплутационного свойства масел, базирующийся на двигателе ВАЗ-2106 и методологически близкий к японскому методу для двигателя "Тойота 3А". Согласно ему, в качестве основных показателей противоизносных свойств приняты содержание железа в масле за 200 ч работы стенда и потеря массы рычагов привода механизма газораспределения. Некоторые (типичные) результаты испытаний масел по этому методу приведены ниже.

Масло	Содержание Fe в масле, ppm
"Отрицательный" эталон	300
"Положительный" эталон	40
Товарные масла группы Б5	30—35
"Отрицательный" эталон + противоизносный компонент "N"	180

Работы, проведенные ФГУП "НАМИ" и ЗАО "НАМИ-ХИМ", показали, что нельзя разработать информативный и надежный метод оценки масел категории "ДЗ" на широко используемом для этой цели двигателе Д-245 из-за его низкой механической и термической надежности. Поэтому в 2006 г.

ЗАО "НАМИ-ХИМ" освоил двигатель ОМ 364LA, на котором сейчас и выполняется оценка дизельных масел категорий В2, В3, Е2 и Е3 по классификации ACEA. На очереди — европейский метод оценки масел на двигателе ОМ 602.

Разработка методов на двигателях российского производства, аутентичных применяемым в мировых классификациях, и освоение наиболее информативных зарубежных методов позволяют сблизить систему испытания моторных масел в России с мировыми стандартами. Это должно повысить качество и конкурентоспособность российских масел на внутреннем и внешнем рынках, а также улучшить экологичность и эффективность эксплуатации современной отечественной автомобильной техники.

В целом же можно сказать, что новые методы ААИ, разработанные ФГУП "НАМИ", ЗАО "НАМИ-ХИМ" в сотрудничестве с автозаводами, способствуют не только дифференцированию моторных масел по уровню их эксплуатационных свойств, но и оценке влияния используемых базовых компонентов на качество товарной продукции. Кроме того, с помощью разработанных ААИ методов эффективно решаются и задачи вовлечения в состав современных масел компонентов III и IV групп (синтетики). Многие специалисты, в том числе зарубежные, считают: в ближайшей перспективе система добровольной сертификации масел по ААИ будет интегрирована в мировую систему.

УДК 662.6/.8

Эффективность применения смесевых и биодизельных топлив в дизелях[1]

Д-р техн. наук В.А. ЗВОНОВ, канд. техн. наук А.В. КОЗЛОВ

В большинстве развитых стран действуют государственные программы по внедрению биотоплив. Например, в 2003 г. в США принят новый закон об энергетике, стимулирующий их использование, а в странах ЕС — Директива 2003/30/ЕС, которая рекомендует применять биотоплива в чистом виде (биодизельное топливо, биоэтанол), смеси с нефтяными топливами и в виде добавок к нефтяным топливам. Планируется, что к концу 2010 г. должно быть заменено 5,75 % (по энергетическому содержанию) нефтяных топлив биотопливами. Соответственно растут и объемы их производства. Так, если в 1993 г. количество произведенного биотоплива составило ~100 тыс. т, в 2004 г. — уже 2,1 млн т, из них биодизельного топлива — 1,85 млн т. То есть в странах ЕС предпочтение отдается именно последнему. Почему — понятно: биодизельное топливо — продукт этерификации растительных (рапсовое, соевое, подсолнечное, горчичное, пальмовое и др.) масел, т. е. возобнавляемых источников ресурсов, что снижает зависимость от стран-экспортеров нефти. Кроме того, оно представляет собой смесь метиловых или этиловых эфиров жирных кислот, поэтому его можно использовать и как топливо в чистом виде, и как смесь с обычным дизельным топливом в любых пропорциях. Наконец, оно обладает и многими другими достоинствами: при его сгорании двигатель значительно меньше выбрасывает несгоревших углеводородов, монооксида углерода, сажи, твердых частиц и канцерогенов; по своим химмотологическим свойствам оно очень близко к нефтяному дизельному топливу, обладает хорошими смазывающими свойствами, а при попадании на почву быстро разлагается бактериями. Правда, есть у него и недостатки. В частности, у него выше, чем у дизельных топлив температура застывания, что вызывает проблемы в зимнее время года; оно обладает свойствами растворителя и вымывает все отложения из топливной системы, что повышает вероятность забивки фильтров, разрушения резиновых и пластмассовых деталей; для хорошего его распыливания форсунками нужны ТНВД, обеспечивающие более высокое давление впрыскивания; при переводе дизеля на этот вид топлива несколько (до 10—15 %) возрастают выбросы оксидов азота с отработавшими газами. Тем не менее его достоинства компенсируют его недостатки, поэтому интерес к нему, как сказано выше, непрерывно усиливается.

В России каких-либо нормативных документов в отношении применения биодизельного топлива пока нет. Однако специалисты "присматриваются" к ним уже достаточно давно. Например, в НАМИ в свое время были проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств биодизельного топлива, произведенного из соевого масла ("БИО ЭСТ"), с целью сравнения этих свойств со стандартными (ГОСТ 305—82) для дизельного топлива, а также с оговоренными в стандартах NORM C1190 (Австрия) и DIN 51606 (Германия) на биодизельные топлива. Их результаты приведены в табл. 1, из которой видно, что топливо "БИО ЭСТ" имеет, по сравнению с дизельным топливом, на 2 % более высокую плотность и на 17 % — вязкость, благодаря которой уменьшается износ деталей двигателя, но повышается необходимое давление впрыскивания.

Специалисты НАМИ провели также несколько испытаний топлив "БИО ЭСТ" и "БИО ПН", изготовленных из соевого и подсолнечного масел, а также смесей этих топлив, растительных масел, полученных из разного сырья, с дизельным топливом. Сделано это в стендовых условиях на вихрекамерном дизеле 2Ч 8,5/11. Некоторые результаты испытаний приведены на рисунке: на нем показано, как меняется удельный эффективный расход g_e данного дизеля в зависимости от количества $V_м$ подсолнечного масла, добавленного в дизельное топливо, и мощности (режима работы) дизеля.

Из рисунка следует: при небольшом содержании подсолнечного масла в дизельном топливе заметно улучшается топливная

Таблица 1

Показатель	Топливо			
	дизельное	"БИО ЭСТ"	по ÖNORM C1190	по DIN 51606
Плотность ρ при K (20 °С), г/см^3	Не более 0,86	0,887	—	0,872—0,887
Вязкость ν при K (20 °С), мм^2/с	3—6	7,3	6,5—8	—
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	42 700	37 200	—	—
Цетановое число	Не менее 45	51	Более 48	—
Температура K (°С):				
вспышки в закрытом тигле	Не ниже 335 (62)	446 (173)	Более 373 (100)	Более 373 (100)
помутнения	Не выше 268 (−5)	270 (−3)	—	—
застывания	Не выше 263 (−10)	268 (−5)	Менее 265 (−8)	—
Йодное число, I2/100 г	—	129,5		—
Содержание воды, мг/кг	—	300	—	Менее 300
Содержание фосфора, мг/кг	—	9	Менее 50	—

[1] В работе принимает участие канд. техн. наук А.С. Теренченко.

экономичность дизеля. Причем с ростом нагрузки минимум несколько смещается в сторону увеличения доли подсолнечного масла. Однако установлено и то, что при работе дизеля на смеси подсолнечного масла и дизельного топлива в соотношении 30 : 70 наблюдается значительное повышение температуры отработавших газов, а значит, и концентрации оксидов азота в них (табл. 2).

Сравнение показателей дизеля при его работе на биодизельном "БИО ЭСТ" и обычном дизельном топливах показало (табл. 3): переход на "БИО ЭСТ" уменьшает выбросы монооксида углерода и несгоревших углеводородов, тогда как выброс оксидов азота, наоборот, увеличивает. Сравнение же "БИО ЭСТ" и "БИО ПМ" выявило, что эти топлива далеко не равноценны (табл. 4). Их же детальный анализ показал, что в биотопливе из подсолнечного масла присутствовали (~0,5 %)

Таблица 2

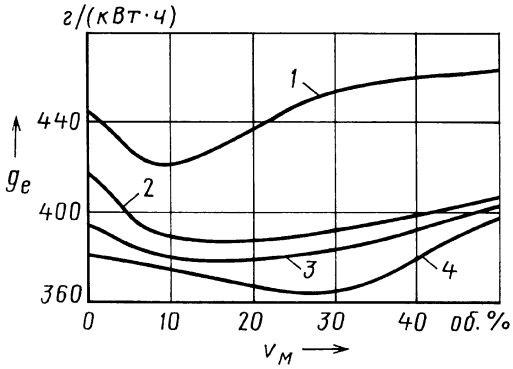
Параметр	Топливо	
	дизельное	смесь подсолнечного масла и дизельного топлива в соотношении 30 : 70
Состав топлива:		
кислород, %	0,4	3,6
отношение углерод/водород	6,9	6,7
Показатели двигателя при N_e = 1,94 кВт, n = 1000 мин$^{-1}$:		
удельный эффективный расход топлива, г/(кВт · ч)	374	366
эффективный КПД, %	22,6	23
Температура отработавших газов, К (°С)	548 (311)	844 (571)
Содержание в отработавших газах:		
оксидов азота, млн$^{-1}$	886	1028
двуокиси углерода, %	5,87	5,39

Таблица 3

Показатель дизеля	Топливо		Разница, %
	дизельное	"БИО ЭСТ"	
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт · ч)	349	337	−3,4
Эффективный КПД	0,242	0,25	3,3
Температура отработавших газов, К (°С)	562 (289)	562 (289)	0
Коэффициент избытка воздуха	2,1	2,16	2,8
Содержание в отработавших газах:			
оксидов азота, млн$^{-1}$	693	841	21
монооксида углерода, %	0,036	0,021	−42
несгоревших углеводородов, %	0,24	0,0323	−87

Таблица 4

Показатель дизеля	Топливо		Разница, %
	"БИО ЭСТ"	"БИО ПМ"	
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт · ч)	337	374	10,8
Эффективный КПД	0,25	0,226	−10,7
Температура отработавших газов, К (°С)	562 (289)	575 (302)	4,6
Коэффициент избытка воздуха	1,96	1,76	−10,2
Содержание в отработавших газах:			
оксидов азота, млн$^{-1}$	841	765	−9
монооксида углерода, %	0,021	0,0348	66
несгоревших углеводородов, %	0,0323	0,0577	79



Зависимость удельного эффективного расхода топлива от содержания в нем подсолнечного масла и режима работы (мощности) дизеля:
1 — N_e = 0,93 кВт; *2* — N_e = 1,4 кВт; *3* — N_e = 1,64 кВт; *4* — N_e = = 1,94 кВт

метанол и глицерин. То есть качество данного топлива не соответствовало принятым стандартам, что и повлияло на показатели дизеля.

После работы на различных видах биотоплива проконтролировали техническое состояние дизеля и установили следующее.

При его работе на смесях дизельного топлива и подсолнечного масла дымность отработавших газов оказывается заметно ниже, чем в случае работы на чистом дизельном топливе, а нагарообразование в камере сгорания и на распылителе форсунки, наоборот, выше. Правда, в этом случае нагар получается более рыхлым и хорошо удаляется в процессе работы двигателя. Однако биотоплива негативно сказываются и на других элементах топливной системы. Это полимеризация отложений (в основном из-за контакта биодизельного топлива с воздухом), мыльные отложения, забивание и коррозия топливных фильтров и трубопроводов, разжижение масла. Поэтому многие зарубежные фирмы занимаются специальной адаптацией своих двигателей для работы на чистом биодизельном топливе. Например, "Фольксваген", "Ауди" и "Шкода" начали выпуск адаптированных дизелей для легковых автомобилей "Даймлер-Бенц", МАН — для грузовых АТС и автобусов, "ЗамеДойц-Фар", "Джон Дир" и др. — для сельскохозяйственной техники и тракторов. Но на смесях с добавкой до 5 % биодизельного топлива могут работать все выпускаемые и ввозимые в Европу автомобили и сельхозтехника.

В НАМИ проведена еще одна интересная для специалистов работа — энерго-эколого-экономический анализ эффективности применения нефтяных и биотоплив в дизелях многоцелевого назначения в полном их жизненном цикле (включая стадии выращивания биосырья, получения биотоплива и его сжигание в двигателе). Он показал, что применение биодизельного топлива представляет собой весьма эффективный способ снижения расхода невозобновляемых природных ресурсов и выброса парниковых газов. Кроме того, он позволяет уменьшать затраты на осуществление полного жизненного цикла дизелей с учетом наносимого им экологического ущерба. Если же говорить более конкретно, то снижения расхода невозобновляемых природных ресурсов может составить 55—65 %, выбросов парниковых газов — в 3,5—4,6 раза, ущерба окружающей среде — на 15—16 %, а затрат с учетом экологического ущерба — на 40 %. И хотя затраты энергии в полном жизненном цикле дизеля возрастают на 10—20 %, переход с дизельного на биотопливо все-таки выгоден. Тем более что он не требует новой инфраструктуры заправочных станций и кардинального изменения ДВС.

На основе исследований состава, физико-химических и химмотологических свойств биодизельных топлив в НАМИ разработаны проекты национальных стандартов на биодизельные топлива марок B10, B20, B50 и B100. Однако для успешного освоения этого вида топлива необходима государственная поддержка производителей растительного сырья и биотоплив, а также хозяйств, их осваивающих. И естественно, продолжение научно-технических работ, направленных на дальнейшее изучение эффекта от применения биотоплив и адаптацию существующего техноавтопарка под биодизель.

УДК 629.113/.115

Нанотехнологии в автомобильной промышленности

Д-р техн. наук Ю.К. ЕСЕНОВСКИЙ-ЛАШКОВ, канд. техн. наук А.А. ТРИКОЗ

Производство автомобильной техники — массовое. Причем не только с точки зрения объемов выпускаемой продукции, но и числа участвующих в нем фирм. И последнее для потребителя автомобильной продукции, рынков сбыта, безусловно, выгодно: острейшая конкуренция между производителями стимулирует повышение потребительских качеств АТС по основным их показателям — таким, как топливная экономичность, безопасность, динамические свойства, уровень комфорта и т. д. И в то же время не позволяет производителю назначать на продукцию, которая имеет повышенные качества, цены, не соответствующие требованиям рынка.

Конечно, автомобилестроителей такое положение не очень устраивает. Ведь их цель — получить максимальную прибыль. Поэтому повышение эксплуатационных характеристик АТС во многих странах стимулируется правительственными инвестициями. Что, с одной стороны, повышает заинтересованность изготовителей, а с другой — позволяет им создавать технику, имеющую значимые для потребителей показатели.

Однако на сегодня в мировой автомобильной промышленности сложилась ситуация, когда для превышения допустимого уровня потребительских свойств АТС традиционных технологий уже недостаточно. Появляется необходимость освоения принципиально новых решений, среди которых гибридные силовые установки, альтернативные виды топлива, топливные элементы. Причем все большему числу специалистов становится очевидным: некоторые из новых задач без нанотехнологий не решить. То есть технологий на основе структур с использованием элементов размером менее 100 нм.

Но это, так сказать, общетеоретическое соображение. Для практики все более важен ответ на следующий вопрос: как и когда будут внедряться данные технологии в машиностроении?

Ответ на него, по мнению авторов, должен быть таким: в несколько этапов.

На первом этапе будут создаваться наноструктуры, положенные в основу материалов для выполнения одной конкретной, причем, узкой задачи. И то, что происходит в настоящее время на практике, — нанотехнологии именно первого этапа. На втором этапе появятся наноструктуры многоцелевого назначения (например, датчики, исполнительные устройства и т. п.), и мировая промышленность к этому этапу только приступает. Для третьего этапа, начало которого можно отнести к 2010 г., будет характерно создание наноструктур с множеством взаимосвязанных компонентов. И, наконец, на четвертом можно ожидать появление интегрированных иерархических систем, функционирующих аналогично живой клетке. Такие не видимые простым глазом молекулярные устройства могут привести к технической революции с не менее серьезными экономическими, социальными, экологическими и военными последствиями, чем скажем, появление полупроводников.

Поэтапное развитие нового технического направления подтверждается прогнозируемым объемом годового дохода в мировой индустрии от использования нанотехнологий: в 2015 г. он может составить 1000 млрд амер. долл.

И это достаточно обоснованный прогноз: ведущие производители очень активно работают в области создания и исследования новых материалов, энергетических и интеллектуальных систем, наноэлектронных устройств. Более того, считается, что их промышленное применение начнется в ближайшие 5—10 лет.

Естественно, изготовители автомобилей не могут не использовать этот новый потенциал роста и импульс к развитию: доля разработки в проектировании производства автомобильной техники, проходящих под влиянием нанотехнологии, за 10 лет может достичь 60 %. Причем в первую очередь будут реализованы доминирующие в науке и технике тенденции, связанные с наномасштабом. В частности, автомобилестроители смогут, например, применить усовершенствованную трансмиссию, совершенные источники энергии, снизить массу автомобиля, улучшить свойства материалов и т. п.

И это только в начале. В дальнейшем же нанотехнологии позволят усовершенствовать почти все автомобильные компоненты — двигатель, трансмиссию, кузов, несущую систему, шины, тормозную систему, каталитические нейтрализаторы, электрооборудование, электронные устройства — поскольку предоставляют огромные возможности для новаций и шансы для завоевания новых рынков.

Так, уже совершенно ясно, что в ближайшей перспективе значительно расширится применение материалов с наноструктурами, обеспечивающих улучшение механических свойств компонентов, узлов и отдельных деталей автомобильной техники. В том числе увеличение прочности и долговечности, коррозионной стойкости деталей, термического и механического КПД. В области электротехники и электроники новые материалы дадут рост удельной электропроводности, электромагнитной совместимости, теплопроводности, а благодаря большой плотности записи — возможность использовать компактные и производительные электросхемы. При изготовлении основных элементов двигателя, трансмиссии, рамы, кузовов, деталей несущей системы можно ожидать расширенное применение металлов и сплавов, механические свойства которых улучшены наноструктурированием, полимерных нанокомпозитов, композитов на металлической основе, наноглин. Причем надо сказать, что ряд таких материалов, пригодных для автомобилестроения, уже есть, а другие появятся в ближайшие 3—6 лет. Правда, целый ряд вопросов, в том числе по ценовым показателям, соответствующим требованиям рынка, стоимости производственного оборудования, пока не решены. Но учитывая получаемые преимущества, можно с уверенностью утверждать, что их внедрение будет расширяться, и в перспективе достаточный технический уровень и конкурентоспособность автомобильной техники будут обеспечиваться исключительно за счет этих материалов. Например, благодаря металлам и сплавам с наноструктурами, формируемыми при сильной пластической деформации (алюминий, магний, титан, сплав Al—Mg, Ti—Mg, листовая сталь с нанокристаллической поверхностью, нержавеющая сталь), а также композитам на металлической основе с углеродными наполнителями появляется возможность изготовлять облегченные детали высокой прочности и твердости, обладающие хорошей коррозионной стойкостью.

Наноматериалы, особенно нанокерамика, позволяют вообще переосмыслить устройство некоторых автомобильных агрегатов. Например, ДВС. Покрытия из карбидов и подобных им материалов повышают износостойкость всех деталей двигателя — поршней, цилиндров, подшипников, механических элементов; высокая долговечность топливной форсунки дизеля может достигаться благодаря тонкому алмазоподобному углеродному покрытию.

Полимеры с углеродными нанонаполнителями вообще могут стать экономичным заменителем металлов. Тем более что они хорошо поддаются экструдированию и литью под давлением, когда деталь изготавливается в конечной форме, из них получаются детали с показателями прочности и жесткости, сравнимыми с металлом, но — при значительно меньшей массе.

Нанокомпозиты при изготовлении элементов интерьера автомобиля дают возможность повысить его огнезащитные свойства, а что касается внешних элементов — стойкость к атмосферным воздействиям и продлить тем самым срок их службы. Краски же и покрытия на основе нанотехнологии изменяют свойства поверхностей: защищают их от ультрафиолетового излучения, обладают хорошей адгезией, прочнее и долговечнее традиционных, обеспечивают стойкость к царапинам и самоочищение поверхности.

Та же картина и со смазочными материалами. Основанные на нанотехнологии твердые смазки уменьшают трение между движущимися частями, минимизируют износ, экономят затраты на техническое обслуживание и повышают общий КПД автомобиля.

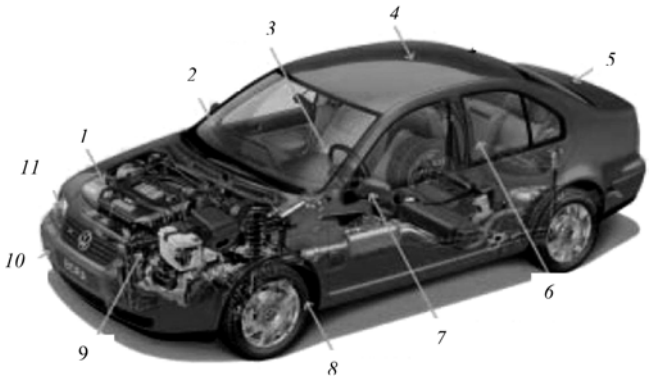
Очень важно в практическом плане и то, что магнитные наночастицы, сформированные из кобальта или железа, отличаются сильными ферромагнитными свойствами. Взвешенные в определенных жидкостях такие частицы под воздействием электромагнитного поля изменяют их вязкость от состояния текучести до твердого тела, что позволяет применять их для создания амортизаторов с регулируемыми характеристиками, а также в конструкциях автоматических муфт сцепления и блокируемых дифференциалов.

Наноматериалы, имеющие отношение к производству шин, улучшают такие показатели резины, как износостойкость, стойкость к истиранию, жесткость, а также снижают массу. Шины с наноматериалами имеют, кроме того, и улучшенные сцепные свойства, повышающие безопасность движения.

Важнейшее из свойств наноматериалов — возможность создания компонентов для новых интегрированных и миниатюризованных систем высокой надежности. Это углеродные нанотрубки, оболочные наночастицы, нанокристаллические порошки, материалы с наногранулами, металлокерамические нанокомпозиты, для которых характерны высокие электропроводность, термостабильность, тепловая проводимость, прочностные показатели и электромагнитные свойства. Все сказанное подтверждает рисунок.

С помощью нанотехнологии будут успешнее продвигаться на рынок альтернативные виды топлива, в первую очередь водород, который может применяться либо непосредственно для питания ДВС, либо для выработки электроэнергии в топливных элементах. Причем для хранения сжатого водорода на борту автомобиля можно использовать емкость с наноструктурными полимерными материалами на основе углеродных нанотрубок, адсорбирующих данный газ. Такое решение способствует увеличению запаса топлива, а следовательно, и пробега автомобиля на одной заправке.

Наконец, большинство ученых сходится во мнении, что будущие АТС — это АТС на топливных элементах и что их массовому внедрению сейчас препятствует лишь одно обстоятельство — высокая (от 1000 до 3000 амер. долл.) цена таких элементов, в основном, потому, что их электроды выполняются из платины, а наноструктуры в платине позволяют резко снизить расход дорогого металла. Кроме того, есть еще один возможный путь решения проблемы — электроды из наноструктурированных материалов со свойствами платины, но с гораздо меньшей себестоимостью.



Элементы автомобиля, для изготовления которых применима нанотехнология:

1 — детали двигателя; *2* — отражающее тепло покрытие лобового стекла; *3* — антибликовое покрытие лобового стекла; *4* и *5* — кузов, краска которого изменяет цвет в зависимости от угла зрения, и лаковое покрытие, стойкое к царапинам; *6* — грязеотталкивающая поверхность бокового стекла; *7* — электрохромовое зеркало (затемняется по электрическому сигналу); *8* — шины на основе углеродной сажи; *9* — элементы систем управления двигателем, навигацией, комфортом; *10* — пластиковый бампер, стойкий к царапинам; *11* — светодиоды

Российские государственные структуры, понимая революционную роль нанотехнологии в техническом прогрессе, уже начали оказывать поддержку развитию национальной наноиндустрии. В частности, правительство одобрило программу развития инфраструктуры наноиндустрии на 2008—2010 гг., на реализацию которой выделяются 27,7 млрд руб., причем 25 млрд из них — непосредственно из федерального бюджета. При этом предполагается создание национальной нанотехнологической сети и российской корпорации нанотехнологий, которая будет оказывать адресную поддержку научно-исследовательским организациям, работающим в этой сфере. Но учитывая, что автомобильная промышленность — один из основных потребителей продукции, получаемой на основе нанотехнологий, представляется целесообразным разработать и соответствующую подпрограмму, которая должна предусматривать решение как минимум пяти задач.

Во-первых, уточнить номенклатуру наноматериалов, имеющихся на рынке и выпускаемых на предприятиях РФ и за рубежом; во-вторых, определить номенклатуру деталей, узлов и элементов АТС, которые целесообразно изготовлять с помощью нанотехнологий; в-третьих, провести конструкторские проработки, изготовление опытных образцов изделий и всесторонне их испытать; в-четвертых, разработать технологические процессы и номенклатуру оборудования, необходимого для изготовления изделий из наноматериалов; в-пятых, составить технические требования на наноматериалы, которые в настоящее время промышленность не выпускает, но потребность в которых отрасль испытывает.

В заключение необходимо сказать следующее.

Никто из специалистов, связанных с автомобилестроением, против сказанного выше не возражает. Более того, поддерживает. Однако все сходятся в одном: самим автомобилестроителям проблему создания и внедрения нанотехнологий самостоятельно не решить. Остается два варианта: либо покупать эти технологии за рубежом, либо надеяться, что их предложат отечественные НИИ и вузы. Однако и тем, и другим надо спешить. В том числе исходя из собственных экономических соображений.

ВНИМАНИЕ!

Напоминаем: направлять статьи и вести переписку с редакцией быстрее и удобнее с помощью электронной почты.

Наш адрес: avtoprom@mashin.ru

УДК 629.01

Современные методы проектирования автомобиля. Проблемы и пути их решения

Доктора техн. наук В.Е. ТОЛЬСКИЙ и А.С. ГОРОБЦОВ,
канд. техн. наук С.М. ВОЕВОДЕНКО

В настоящее время на российских заводах проектирование автомобиля зачастую ведется устаревшими методами — на основании опыта, имеющегося у конструкторов, а не с помощью расчетно-экспериментальных исследований перспективных конструкций. В итоге заводские НТЦ могут довольно быстро "нарисовать" и изготовить образец автомобиля, но, как правило, совсем не оптимальной конструкции. Затем начинается его экспериментальная доводка, занимающая несколько лет, поскольку все время проявляются дефекты, которые в принципе можно и нужно выявлять еще на ранних стадиях разработки чертежной документации. Результат: за годы экспериментальной доводки модель морально устаревает. То есть о конкурентоспособности созданного по такой технологии автомобиля не может быть и речи.

Современное решение рассматриваемой задачи в мировом автомобилестроении хорошо известно. Это так называемое виртуальное проектирование, которое представляет собой технологию, содержащую четыре взаимосвязанные программные средства — графические, предназначенные непосредственно для собственно проектирования (конструирования); средства автоматизации проектирования технологической оснастки для производства спроектированного изделия; средства для выполнения расчетных исследований; оборудование и методика для испытаний и экспериментальных исследований.

Первый из перечисленных компонентов позволяет быстро и качественно (без ошибок) "начертить" автомобиль и передать всю необходимую информацию для изготовления пресс-форм и другой оснастки для станков с ЧПУ. Он легко внедряется и дает большой эффект, но сам по себе не может обеспечить создание оптимальной конструкции автомобиля.

Второй компонент, расчетные исследования, необходим для оптимизации конструкции автомобиля путем последовательного и целенаправленного перебора возможно большего числа вариантов (модификация конструкции, или вариантные расчеты). Например, фирма "Ауди", разрабатывая одну из своих новых моделей, выполнила расчеты до 500 вариантов (модификаций) кузова перед его изготовлением в металле. То есть сделала то, что в случае натурных испытаний не представляется возможным вообще.

Третий компонент — мощная экспериментальная поддержка. И он, пожалуй, главный определяющий эффективность всей технологии виртуального проектирования. Дело в том, что расчеты без исходных данных, предоставляемых экспериментаторами, ничего не дают. Кроме того, расчетные модели необходимо проверять (идентифицировать) путем сравнения результатов расчета и эксперимента. Иначе говоря, эксперимент обеспечивает входные данные (воздействие и параметры моделей) для расчета, а также обратную связь, что при традиционных методах проектирования возможно лишь на чисто субъективном уровне. То есть очевидно, что без сочетания экспериментальной статистики и технологии расчетов достоверность, а значит, и эффективность расчетных исследований в достаточной степени обеспечить нельзя.

Таковы, так сказать, дополнительные исходные соображения авторов. И эти соображения основаны на фактах: виртуальное проектирование в последние десятилетия широко применяется автомобилестроительными фирмами развитых стран. Потому что доказало свою высокую эффективность. Во-первых, оно сокращает сроки проектирования в 2—3 раза; во-вторых, дает точные результаты. Надо сказать, что кое-кто из российских автопроизводителей понял это. Например, известно, что последние модели автомобилей ВАЗ имеют высокие показатели пассивной безопасности именно потому, что в НТЦ завода хорошо поставлены расчетно-эксперимeтальные исследования при проведении ударных испытаний.

Но это лишь частный случай. Расчетно-экспериментальные исследования дают прекрасные результаты и по другим параметрам автомобилей — долговечности, вибронагруженности, устойчивости, управляемости и т. д. Правда, лишь при условии, что как расчетная, так и экспериментальная части технологии виртуального проектирования базируются на концепции комплексной модели автомобиля, которая включает в себя модели подсистем (несущей конструкции, силового агрегата и т. д.), соединительных элементов, связывающих подсистемы между собой (рессоры, сайлентблоки, амортизаторы и пр.), а также модели микропрофиля дороги и шины. Причем построенные с высокой степенью детализации. И современные программные и аппаратные средства компьютерного моделирования позволяют их строить. Что, в свою очередь, дает возможность расчета широкого набора эксплуатационных показателей автомобиля и определять влияние большого числа конструктивных факторов на различные его параметры. Например, модель силового агрегата, как правило, состоит из массы, связанной с рамой через упругие виброизоляторы. Она позволяет рассчитывать схему подвески агрегата и жесткостные параметры его опор, исходя из условия минимизации передачи вибрационного возмущения от двигателя.

Второй пример — системы управления. Скажем, для расчета плавности хода виртуального прототипа при его движении по неровной поверхности требуется модель блока управления подвеской, которая может быть достаточно сложной и в общем случае включать и виртуального водителя, способного реализовывать на математической модели все типовые режимы движения АТС.

Далее, для конструктора весьма важно знать поведение различных подсистем автомобиля при его движении, т. е. иметь так называемый динамический портрет автомобиля, потому что, как показывают результаты экспериментов, вибронагруженность автомобиля при его движении зачастую зависит от взаимодействия этих подсистем и на практике в ряде случаев сопровождается поломками отдельных деталей.

Виртуальное проектирование и расчетно-экспериментальные исследования позволяют успешно, т. е. быстро и эффективно, решить перечисленные выше и многие другие задачи. Как — рассмотрим на примере рис. 1, где отображен процесс проектирования и расчетно-экспериментальных исследований автомобиля по параметрам его долговечности и вибронагруженности.

На приведенном рисунке обращают на себя внимание ряд обстоятельств.

Во-первых, то, что в разных объемах и на разных уровнях автомобиля последовательность "проектирование—создание модели—изготовление образца—определение параметров модели—идентификация—вариантные расчеты" повторяется многократно. Во-вторых, результаты расчетов сравниваются с данными экспериментов, полученными на полигонах или в эксплуатации, т. е. проводится так называемый виртуальный эксперимент. При этом для оценки свойств конструкции при расчетах используются существующие методики и нормативы, регламентирующие способ проведения испытаний и значения тех или иных параметров автомобилей при их экспериментальных исследованиях.

При грамотном выполнении расчетов получаются, таким образом, некоторые абсолютные оценки свойств объекта моделирования — автомобиля А.

Альтернативой такому подходу являются широко используемые сравнительные расчеты (автомобиль А сравнивается с автомобилем Б). Это гораздо проще того, что отражает рис. 1, так как не требует обязательного экспериментального обеспечения и позволяет определять целесообразное направление дальнейших экспериментальных доводочных работ. Однако следует иметь в виду, что сравнительные расчеты по сути своей не

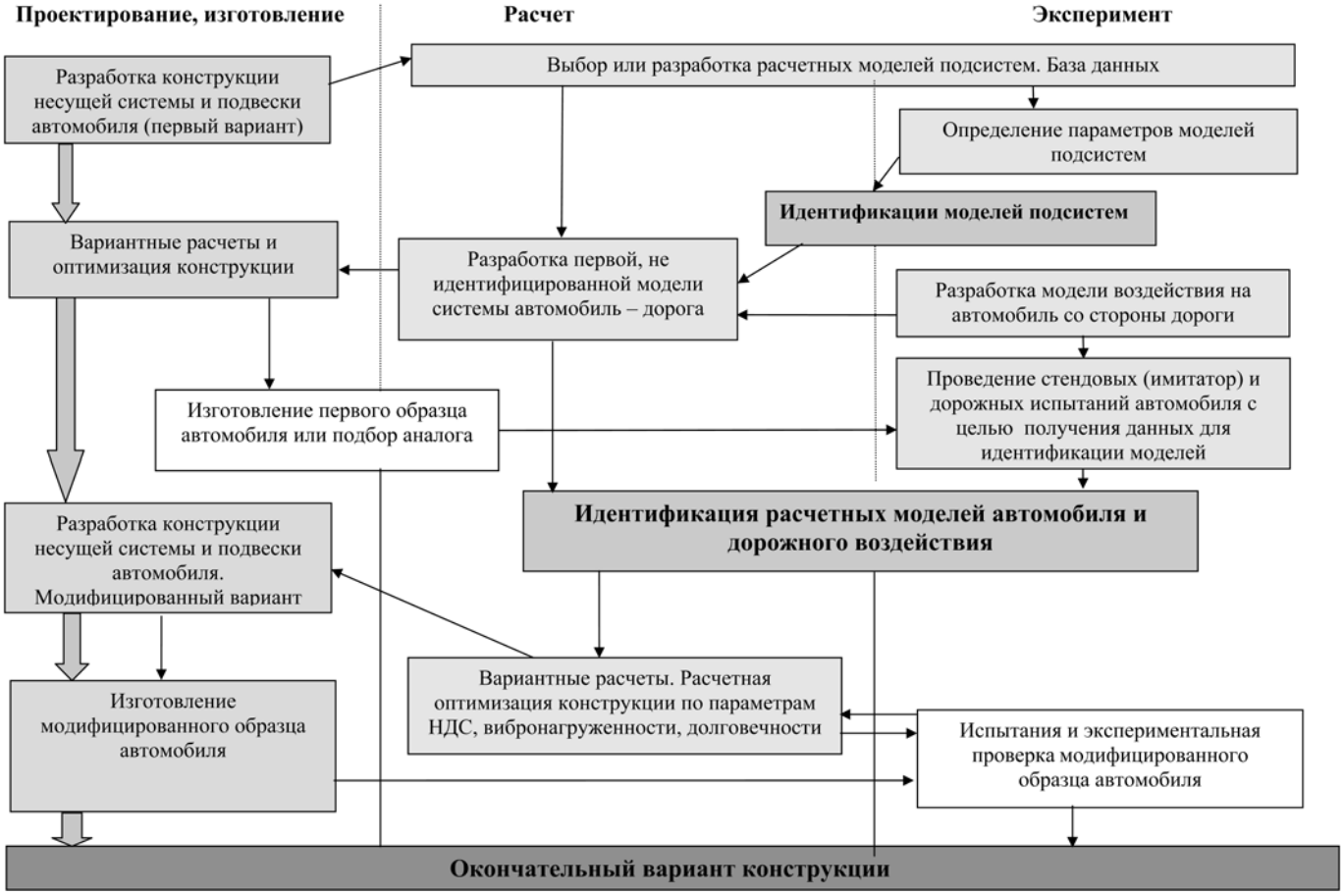


Рис. 1. Алгоритм проектирования и экспериментально-расчетных исследований АТС по параметрам долговечности и вибронагруженности

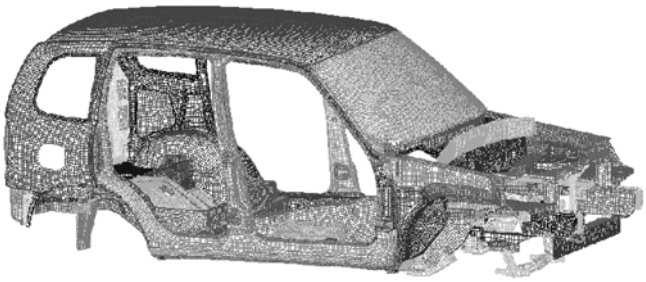


Рис. 2. Конечно-элементная модель кузова автомобиля

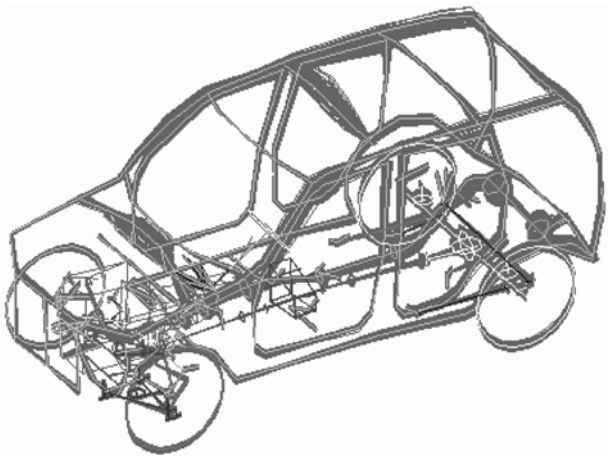


Рис. 3. Визуальное изображение упругих смещений кузова автомобиля под действием эксплуатационных нагрузок

могут обеспечить необходимой точности и достоверности получаемых результатов.

Более перспективным направлением в расчетной области исследования автомобиля является, с точки зрения авторов, полное представление свойств упругих тел в рамках систем многотельного моделирования (это хорошо видно из рис. 2 и 3, на первом из которых в качестве примера представлена МКЭ-модель кузова, а на втором — мгновенно появляющийся на дисплее ее аналог в системе моделирования ФРУНД).

Однако что касается вибронагруженности и вибропрочности, то содержательные результаты могут быть получены только при детальном представлении всей, т. е. комплексной, модели автомобиля, которая должна включать модели подвески и рулевого управления, описывающие кинематику подвески, а также ее упругие и демпфирующие свойства.

Модель автомобиля с точным представлением подвески показана на рис. 4, а модель автомобиля с независимой задней подвеской — на рис. 5.

Существенный элемент комплексной модели — трансмиссия автомобиля. Модели последней могут быть различной степени подробности. Например, на рис. 6 приведен фрагмент модели трансмиссии в виде карданных передач автомобиля ВАЗ-2123, которая довольно точно описывает вибрационную нагрузку от раздаточной коробки.

Таким образом, сущность необходимой перестройки расчетных исследований можно выразить следующим образом: от сравнительных расчетов — к виртуальному проектированию.

К сожалению, в отечественной автомобильной промышленности примера сколько-нибудь масштабного применения технологии виртуального проектирования нет. И тому есть причины.

Так, если судить по зарубежному и нашему опыту, то наибольшие трудности возникают при организации взаимо-

действия расчетчиков и экспериментаторов. Решение этой проблемы требует внедрения специальных технологий расчетно-экспериментальных исследований, а также особых организационных решений (например, объединения расчетчиков и экспериментаторов в одном подразделении).

Вторая причина — проявляемая в ряде случаев "расчетная эйфория" ("мы все посчитаем безо всяких там экспериментов"). И даже в НТЦ тех автозаводов, где идентификация расчетных моделей проводится, делается это не в должном объеме. Также крайне редко используются реальное, измеренное входное возмущающее воздействие и экспериментальное определение параметров моделей подсистем и соединительных элементов автомобиля. Почему — понятно: экспериментальная поддержка расчетных исследований, конечно, требует значительных затрат времени и сил сотрудников, особенно на начальных этапах. Но другого решения, кроме рассмотренного выше, к сожалению, нет.

Третья причина — недостаточное и неравномерное оснащение НТЦ средствами расчета и эксперимента. По нашим оценкам, НТЦ ведущих производителей более обеспечены средствами для компьютерного конструирования автомобилей и изготовления оснастки (до 80—90 % потребности) и в меньшей степени — средствами для расчетных (до 60—70 % необходимого) и экспериментальных (30—40 %) исследований. Правда, эта неравномерность в какой-то мере начали устранять: приобретаются мощные программные пакеты конечно-элементного моделирования типа MSC NASTRAN, системы твердотельного моделирования типа ADAMS или ФРУНД, динанометрические колеса различных фирм ("Кесар", МТС или "Кайстлер"), многоканальные системы сбора данных (типа "Мультидата" или "НВМ") и т. д.

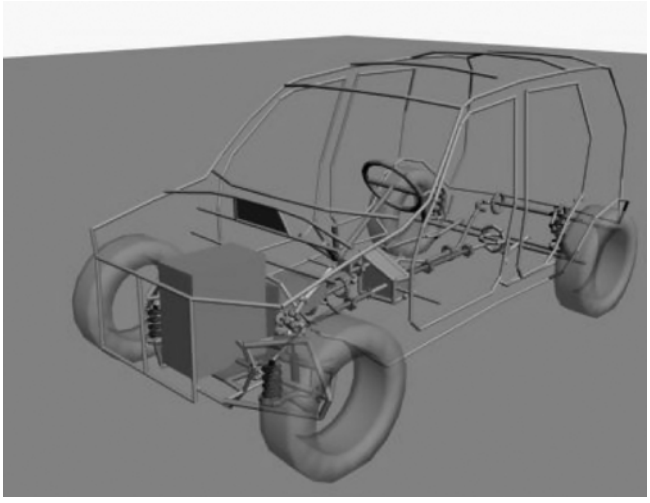


Рис. 4. Модель автомобиля с точным представлением его подвески

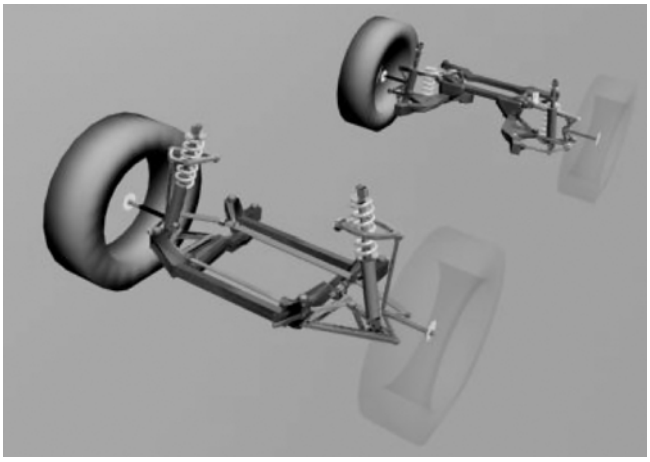


Рис. 5. Модель автомобиля с независимой задней подвеской

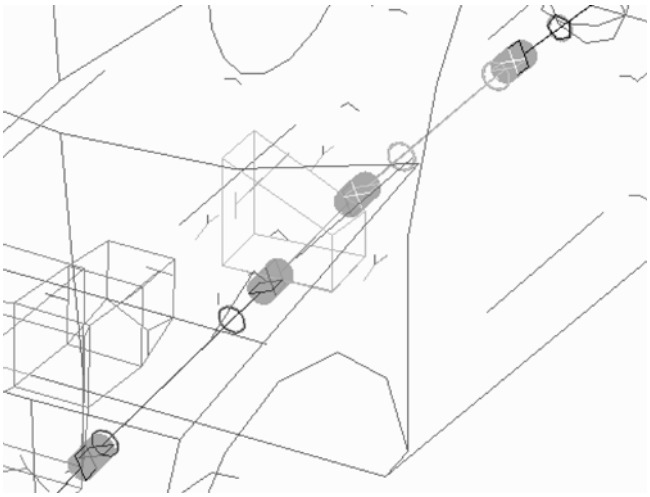


Рис. 6. Модель трансмиссии автомобиля с карданной передачей

Четвертая причина — недостаточное методическое обеспечение идентификационных экспериментальных исследований.

Наконец, пятая причина — нехватка научно-технических и инженерных работников, которые имеют квалификацию, достаточную для выполнения расчетно-экспериментальных исследований в области автомобилестроения, особенно на начальной, наиболее трудной их стадии.

Из всех перечисленных причин (а следовательно проблем) наиболее серьезной, стратегической авторы считают последнюю. И для ее решения, по всей видимости, не обойтись без квалифицированной помощи специализированных организаций — как российских, так и иностранных.

И еще. Поскольку внедрение виртуального проектирования стало одним из ключевых моментов для планирования развития НТЦ отечественных автозаводов, так как эта технология способствует резкому повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, то проблематику виртуального проектирования следует рассматривать не как узкий технический вопрос, а как актуальную для всей отрасли тему, которая вполне может претендовать на государственную поддержку.

В связи с этим, на наш взгляд, целесообразно было бы создать (скажем, в рамках ГНЦ "НАМИ") своего рода "Центр виртуального проектирования транспортных средств", целью которого было бы проведение научно-исследовательских работ для решения указанных выше проблем путем разработки методического обеспечения, выполнения конкретных проектов, обучения персонала автозаводов. Принимая во внимание общегосударственную значимость таких работ, целесообразно было бы обеспечить государственное финансирование "Центра" и, как следствие, сделать результаты его работ доступными для всех отечественных автозаводов. Например, "Центр" мог бы решить такую задачу, актуальную в течение десятков лет для всей отрасли, как измерение и классификация микро- и макропрофилей дорог России, что помогло бы производителям оценивать повреждающее воздействие на автомобиль со стороны дороги, рассчитывать его долговечность, оптимизировать конструкцию. Финансовая поддержка позволила бы оснастить "Центр" необходимым программным обеспечением, стендами и измерительной техникой, привлечь к его работе специалистов высокого уровня, работающих как в НАМИ, так и в других организациях, в том числе зарубежных.

И это вывело бы автомобилестроительную отрасль из того тупика, в котором она сейчас находится.

УДК 621.431.73.038.729+621.431.73.038.771/772

Нетрадиционные материалы для нового поколения фильтров очистки воздуха, масла и топлива

Кандидаты техн. наук В.И. ВОЛКОВ и Г.В. БОРИСОВА, И.А. МАРКЕЛОВ

Современные системы очистки воздуха, масла и топлива, в которых используются высокоэффективные фильтровальные материалы, обеспечивают надежную защиту деталей автомобильных ДВС от преждевременного износа, повышают сроки службы фильтрующих элементов не менее чем в 2 раза. Тем не менее проблема совершенствования таких систем остается и специалисты рассматривают ее по-прежнему в двух аспектах — техническом и экологическом. Первый из них предусматривает совершенствование конструкций фильтров и фильтрующих элементов и применение нетрадиционных фильтровальных материалов, способствующих снижению гидравлического и аэродинамического сопротивлений фильтров, повышению (улучшению) тонкости отсева загрязнений, увеличению грязеемкости, т. е. срока службы фильтрующих элементов и т. п.; второй — уменьшению экологической нагрузки на атмосферу Земли при производстве фильтрующих элементов (использование нефенольных пропиток и т. п.), а также при утилизации фильтров и фильтрующих элементов (рециклинг годных деталей фильтров, изготовление безметаллических элементов и другие решения). И особое место здесь занимают именно нетрадиционные фильтровальные материалы: рынок с каждым годом предлагает их все больше. Причем самых разнообразных. Например, сейчас уже можно говорить о семи группах этих материалов — синтетических волокнистых, состоящих из текстильных нитей; жгутовых, текстурированных полимерными химическими волокнами; высокопористых ячеистых; пористых сетчатых проницаемых; пористых металлических; фильтровальных бумагах.

Такое многообразие нетрадиционных фильтровальных материалов, естественно, затрудняет работу создателей новых конструкций фильтров и способов очистки. Тем более что производители материалов дают по ним очень мало информации. Да и то чаще всего чисто рекламного характера. Поэтому результаты анализа, выполненного в НАМИ, должны, по мнению авторов, заинтересовать специалистов.

Первая группа — синтетические волокнистые материалы толщиной 1,5—2 мм и плотностью 0,2—0,25 г/см^3. Их известно три типа. Один состоит из лавсановых и вискозных (в сумме 70 %) волокон диаметром 20 мкм и прослойки ультратонких (30 %) волокон диаметром 1—1,5 мкм из ацетил-целлюлозы. Второй — из грубых хлориновых (диаметр 20 мкм) вискозных волокон и ультратонких стеклянных волокон диаметром 0,5—0,7 мкм, равномерно перемешанных в воздушном потоке и сформованных в фильтровальный материал при давлении 0,2—0,3 МПа (2—3 кгс/см^2) и температуре 453—473 К, или 180—200 °С (плотность материала — 0,25—0,32 г/см^3, толщина — 0,8—1,2 мм), а третий — смеси различных волокон: хлориновых и вискозных в соотношении 1 : 1, хлориновых, вискозных и стеклянных (2 : 2 : 1), поливинилхлоридных и лавсановых (1 : 4).

Фильтровальные материалы без стеклянных волокон изготавливают на текстильном оборудовании путем набора элементарных слоев прочеса с последующим уплотнением на иглопробивной машине, материалы с добавкой стеклянных волокон — на аэродинамической установке.

Вторая группа — материалы из текстильных волокон, которые представляют собой плотно опрессованные толстостенные цилиндры из волокон нитрона, вискозы, целлюлозы, отходов шерстяной промышленности и их смесей с использованием в качестве связующего водорастворимых мочевино-меламиноформальдегидных смол и фенолспиртов. Сформованные цилиндры подвергаются сушке, обработке, пропитке и отверждению согласно нормам технологического режима.

Третья группа — жгутовые текстурированные полимерные химические волокна (капроновая нить с линейной плотностью 250 текс) повышенной объемности, которые являются основой конструкции фильтрующих элементов хорошей плотности и структуры.

Четвертая группа — высокопористый ячеистый материал (ВПЯМ), получаемый дублированием структуры пористых полимеров. В качестве такого полимера, как правило, используется пенополиуретан, а в качестве матрицы − медь, никель, медно-никелевые сплавы. Для получения открытой пористой структуры пенополиуретан выщелачивают, затем на его поверхность гальваническим способом наносят металл, а полученный материал отжигают в печах.

Пятая группа — пористые сетчатые проницаемые материалы (ПСПМ) из тканых и вязаных металлических сеток. Их можно отнести к числу пористых проницаемых материалов нового поколения. Широкий диапазон физико-химических, гидравлических и технологических свойств ПСПМ позволяет использовать эти материалы в системах фильтрации ГСМ. Изготовляют их с постоянной и переменной пористостью по толщине и длине из различных по химическому составу материалов; их геометрические размеры можно варьировать в широком диапазоне по ширине (100—450 мм), длине (100—1000 мм) и толщине (0,2—30 мм).

Шестая группа — пористые металлические материалы (ПММ). Их выполняют из алюминия методом литья со специальным наполнителем, который затем вымывается водой. Они обеспечивают высокую степень очистки фильтруемых сред и обладают высокопористой развитой внутренней поверхностью, за счет чего имеют повышенную, по сравнению с другими материалами, в 2—3 раза грязеемкость.

Седьмая группа — фильтровальные бумаги, в настоящее время наиболее широко применяются для фильтрации различных сред. При их изготовления используют целлюлозные, синтетические и стеклянные волокна.

Такова самая общая характеристика фильтровальных материалов. Но к ней, на наш взгляд, нужно добавить следующее.

Целлюлозные волокна в основном получают из различных древесных масс, редко − из хлопкового линтера или тростника. Причем каждый тип древесной массы имеет свои уникальные свойства, зависящие от породы дерева и процесса производства массы.

Из синтетических волокон наиболее распространено полиэстеровое, которое повышает прочность бумаги из целлюлозных волокон.

Стекловолокна очень малого диаметра используют для создания улучшенной пористой структуры, минимизации сопротивления потоку фильтруемой среды по сравнению с бумагой из 100 %-х целлюлозных волокон с аналогичным размером пор.

Выбор и комбинирование волокон осуществляются в зависимости от типа фильтровальной бумаги. Так, волокна из хвойной древесины, имеющие большие длину и диаметр, обеспечивают пухлость и незаполненную площадь, что способствует созданию повышенной производительности, а относительно короткие и тонкие волокна лиственной древесины и стеклянные волокна создают много межволоконных связей. В результате получается бумага с меньшим размером пор, что позволяет более эффективно удалять загрязнения.

После выбора типов и процентного содержания волокон волокнистые компоненты диспергируют в массу с водой, на бесконечной проволочной сетке формуют в бумажное полотно, которое сушат, пропитывают смолой, затем снова сушат до нормального уровня влажности и требуемого содержания летучих веществ.

Применение волокон различной толщины связано с выбором оптимальной структуры материала, наиболее подходящего для очистки конкретной фильтрующей среды. Результаты испытаний, проведенных с помощью методов математического планирования эксперимента по плану дробного факторного эксперимента на двух уровнях (ДФЭ-2), показывают, что ультратонкие волокна в фильтровальном материале значительно повышают гидравлическое сопротивление материала и снижают грязеемкость фильтра. Так что дальнейшее совершенствование синтетических волокнистых материалов необходимо вести в направлении разработки материала с переменной плотностью фильтрующего слоя, обеспечивающего высокую эффектив-

Фильтровальный материал	Область применения	Показатель		
		толщина, мм	масса 1 м^2, г	номинальный отсев, мкм
Бумага ЧПФ:				
I вариант	Частичнопоточные масляные фильтры	1,18	497	9,5
II вариант	То же	1,18	439	7,5
III вариант	"	0,60	234	5,2
IV вариант	"	0,70	263	5,5
БТ-170	Топливные фильтры	0,40	115	14,2
крепированная	То же	0,40	105	12,4
токопроводящая	"	0,40	120	12,8
токопроводящая сухого формования	"	0,50	110	9,8
пропитанная акриловой смолой	Воздушные фильтры панельного типа	0,58	134	18,0
Картон:				
матричный	Частичнопоточные масляные фильтры	1,30	235	10,4
КФДТ	То же	2,30	748	10,4
КФШ-П	"	1,70	1013	3,4
марки Т	"	2,00	916	4,2

ность очистки фильтруемой среды и его повышенную грязеемкость.

Пористость фильтровальных материалов из текстильных волокон определялась как отношение суммарного объема пор образца к его общему объему и составляла 0,8—0,9, что соответствует уровню современных фильтровальных материалов. Тонкость отсева этих материалов колеблется в широких пределах — от 3 до 50 мкм.

Что касается фильтровальных материалов НЦ-25 и НЦ-50 (цифры обозначают номинальную тонкость отсева) из текстильных волокон, то проведенные исследования показали, что их целесообразно использовать в фильтровальных элементах полнопоточных масляных фильтров, а материалы Ф3, Ф5 и НЦ-10 — в частичнопоточных.

Результаты испытаний цилиндров (стержни с намотанными с определенным шагом жгутовыми текстурированными полимерными химическими волокнами) позволили сделать вывод: по своим выходным параметрам они могут быть рекомендованы для фильтров тонкой очистки топлива дизелей КамАЗ.

Высокопористый ячеистый материал (ВПЯМ) по своему гидравлическому сопротивлению находится на уровне серийно выпускаемых материалов. Однако определение показателей эффективности его работы вызывает затруднение, так как они зависят от толщины материала и могут быть получены только после изготовления из него фильтровальных элементов определенных конструкций.

Пористые сетчатые проницаемые материалы (ПСПМ) обладают очень большим гидравлическим сопротивлением, поэтому дальнейшая работа с ними будет сводиться к подбору диапазона их физико-химических и гидравлических свойств.

Пористые металлические материалы (ПММ) также требуют доработки с точки зрения улучшения их гидравлических характеристик, доведения параметров до нужного предела.

Результаты испытаний опытных образцов фильтровальных бумаг для очистки воздуха, топлива и масла приведены в таблице. Как видим, вариантов достаточно много. Причем в последнее время разработчики очень большое внимание уделяют бумагам для частичнопоточных масляных фильтров. Однако испытания показали, что в качестве фильтровального материала для фильтров объемного типа целесообразно использовать не бумагу, а матричный картон, хотя для фильтров поверхностного типа, действительно, лучше всего подходит бумага (IV вариант). Для топливных же фильтров перспективной является крепированная бумага, которая позволяет за счет специальной спиральной укладки фильтровального материала при одних и тех же габаритных размерах фильтра в 1,5—2 раза увеличить поверхность фильтрации.

Бумагу, пропитанную акриловой или поливинилацетатной смолами, следует применять для изготовления воздушных фильтрующих элементов панельного типа, которые будут устанавливаться на перспективных моделях автомобилей.

Наконец, последнее. При анализе грязеулавливающей способности различных импортных фильтровальных материалов обращает на себя внимание очень высокая грязеемкость стекловолокнистых материалов: она зачастую превышает грязеемкость бумажных и металловолокнистых фильтров, а также фильтров с металлической тканью. Так что считать стекловолокна устаревшим материалом, видимо, преждевременно.

Что же касается результатов испытаний опытных образцов других нетрадиционных фильтровальных материалов, то они свидетельствуют: эти материалы при условии небольших их доработок могут быть использованы для изготовления фильтрующих элементов фильтров нового поколения.

ИНФОРМАЦИЯ

Из истории отечественного автомобилестроения

УДК 629.065

Работы НАМИ по дизельной топливоподающей аппаратуре

Канд. техн. наук М.В. МАЗИНГ

Создание, исследование и совершенствование топливной аппаратуры для автотракторных дизелей всегда было и остается одним из главных направлений деятельности НАМИ. Причем особенно интенсивно работы в этом направлении велись с начала 1930-х годов под научным руководством и при активном участии таких ведущих российских ученых и специалистов, как Г.Г. Калиш, В.И. Крутов, И.В. Астахов, Ю.Б. Свиридов, Ф.И. Пинский, Л.Н. Голубков, М.М. Вихерт, А.Ф. Аникеев, С.И. Купцов м др. При этом главная поставленная перед ними цель — создание отечественной топливной аппаратуры традиционного типа. Ее идеология еще в 1927 г. была разработана немецкой фирмой "Бош", разместившей отдельные насосные секции в моноблочном корпусе ТНВД и соединившей их общей рейкой с регулятором частоты вращения. И цель была достигнута: в конце 1930-х годов топливными насосами высокого давления, разработанными в НАМИ, стали оснащать практически все дизели отечественного производства. И первым из них стал дизель КД-35 НАТИ, поставленный на производство на Липецком тракторном заводе.

На основании опыта этих разработок во второй половине 1950-х годов по предложению НАМИ для семейства дизелей ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 и ЯМЗ-240, прототипом которых послужил тот же дизель НАМИ-019, была выбрана топливная аппаратура с плунжером

диаметром 9 и ходом 10 мм, которая была сначала форсирована по величине подачи топлива для турбонаддувных модификаций, а в дальнейшем, пройдя несколько этапов модернизации, и по давлению впрыскивания топлива (оно возросло с 40 до 80 МПа, или с 400 до 800 кгс/см^2).

Но дизельная топливная аппаратура — это не только ТНВД. Она — сложное гидромеханическое устройство и потому оптимизация ее конструкции и параметров без использования математической модели процесса топливоподачи невозможна, и вопрос создания такой модели, пригодной для инженерных расчетов, еще в начале 1930-х годов стал приоритетным для специалистов НАМИ.

В разработанной модели расчета процесса впрыскивания учитывалось, например, влияние конечных объемов в топливной системе на процесс топливоподачи. В результате были выработаны рекомендации по уменьшению величины объемов в линии высокого давления, что позволяло интенсифицировать впрыскивание топлива. Учитывала она также сжимаемость топлива и упругость топливопроводов, что давало возможность оценивать фазовый сдвиг начала процесса впрыскивания и искажение формы его характеристики, вызванные влиянием длины нагнетательного топливопровода, скорректировать эти параметры в соответствии с требованиями организации рабочего процесса быстроходных дизелей.

В середине 1940-х годов И.В. Астахов, работавший тогда в институте двигателей, расширил эту модель, введя в нее факторы, характеризующие распространение давления ТНВД к форсунке, — прямые и обратные волны давления. Затем в МАДИ Л.Н. Голубков доработал ее для расчетов на ЭВМ и персональных компьютерах, и она стала основным математическим инструментом при проектировании и доводке новой дизельной топливоподающей аппаратуры.

Для оценки форсунок различных типов по их характеристикам Г.Г. Калиш предложил аналитические зависимости, с помощью которых можно проанализировать конструкции многоструйных форсунок открытого и закрытого типов, а также штифтовых форсунок и оценить качество распыливания ими топлива. Такой анализ позволил выявить зоны неустойчивой работы форсунок открытого типа и объяснить ее причины, что впоследствии помогло полностью отказаться от их использования на автотракторных дизелях. Результаты данного анализа вошли во все вузовские курсы по ДВС и до сих пор используются на российских специализированных заводах при производстве современной дизельной топливной аппаратуры.

Важное направление работы НАМИ было связано с созданием систем регулирования частоты вращения коленчатых валов отечественных автотракторных дизелей. Экспериментальные и расчетные исследования систем регулирования привели к разработке критериев устойчивости систем "двигатель—регулятор" при использовании на автотракторных дизелях регуляторов частоты вращения различных типов.

Эти работы продолжил в МГТУ имени Н.Э. Баумана ученик Г.Г. Калиша — В.И. Крутов, ставший главой отечественной школы по регулированию двигателей внутреннего сгорания. Затем специалисты НАМИ в конце 1980-х годов создали уникальный стенд для исследования динамических характеристик регуляторов частоты вращения, с помощью которого определяли амплитудные и фазовые частотные характеристики механических регуляторов, выполненных по различным конструктивным схемам, и предложили оптимальную конструктивную схему центробежного регулятора прямого действия. На стенде также можно оценить влияние массы рейки ТНВД, сил трения и других факторов на протекание динамических характеристик и выявить влияние нестабильности процесса топливоподачи на переходных режимах, вызванных инерционностью механического регулятора, на устойчивость системы автоматического регулирования. Полученные результаты использованы ЯЗТА и ЯЗДА при совершенствовании конструкции и параметров механических регуляторов частоты вращения для дизелей ЯМЗ, КамАЗ, ММЗ.

Наряду с работами по традиционной топливной аппаратуре разделенного типа в НАМИ интенсивно велись работы по насос-форсункам, позволяющим значительно повысить давление впрыскивания топлива и в меньшей степени меняющим момент его начала при изменении частоты вращения коленчатого вала. Дело в том, что насос-форсунки с распылителями открытого типа с середины 1940-х годов устанавливали на ярославских двухтактных дизелях ЯАЗ-204 и ЯАЗ-206, созданных на базе двухтактных дизелей фирмы "Дженерал Моторс". Они обеспечивали высокое давление впрыскивания, однако их механическая система была сложной и громоздкой, что стало препятствием для их распространения на вновь разрабатываемые отечественные дизели. Поэтому для семейства дизелей ДБ, разработки которых велись в 1950-е годы в НАМИ, были предназначены варианты насос-форсунок с распылителями закрытого типа и дозированием топлива дросселированием на впуске и более простой и компактной гидромеханической системой регулирования. Однако из-за прекращения работ по двигателям семейства ДБ, вместо которых на производство приняли двигатели семейства ЯМЗ с цилиндрами размерностью 130×140 мм и топливной аппаратурой разделенного типа, перспективное направление развития дизельной топливной аппаратуры свернули.

Как оказалось, временно. В начале 1960-х годов интерес к насос-форсункам возник вновь в связи с появлением на мировом рынке быстроходных дизелей фирмы "Камминз", на которых использовалась оригинальная топливная аппаратура системы РТ — так называемые эмульсионные насос-форсунки с дозированием топлива по принципу "давление—время" и насос-регулятор низкого давления. Главная особенность работы такой аппаратуры — впрыскивание топлива в смеси с воздухом, что обеспечивало более качественное его распыливание.

Специалисты НАМИ, занимавшиеся в то время исследованием рабочего процесса дизеля, одного из вариантов вновь создаваемого дизеля КамАЗ, очень внимательно изучили данную систему — определили характерные особенности процессов смесеобразования и сгорания двухфазной топливовоздушной смеси, характеристики ее истечения, в том числе критические условия истечения. В итоге под научным руководством Г.Г. Калиша и И.В. Астахова разработали метод расчета процесса топливоподачи двухфазной смеси с учетом ее сверхвысокой сжимаемости, растворимости воздуха в дизельном топливе и упругости деталей привода насос-форсунки. Результаты этих исследований использованы при доводке рабочего процесса дизелей КамАЗ.

При разработке в 1970-х годах дизеля КамАЗ с учетом мнения института была выбрана V-образная конструкция топливной аппаратуры с высокой степенью компактности ТНВД и форсунками бесштангового типа. Последующая модернизация этой аппаратуры с целью повышения энергии впрыскивания и оптимизации конструкции распылителя для снижения вредных выбросов с отработавшими газами велась также при самом активном участии специалистов НАМИ.

Кроме работ по конструированию топливной аппаратуры на специальных модельных установках, "бомбах" постоянного объема, максимально приближенных к условиям двигателя, под руководством Ю.Б. Свиридова изучали процессы развития факелов впрыснутого топлива, мелкости распыливания и влияния параметров топливоподачи на процессы испарения, смесеобразования и сгорания.

В 1970-х годах совместно с УралАЗом, ЗИЛом и ГАЗом велись работы по созданию и подготовке к постановке на производство автомобильных дизелей с объемно-пленочным смесеобразованием. Достигнутые высокие показатели рабочего процесса этих дизелей в значительной степени обеспечены благодаря тщательному подбору топливной аппаратуры и организации процесса топливоподачи.

На разработанных совместно с ВАЗом быстроходных вихрекамерных дизелях ВАЗ-340 и ВАЗ-341, поставленных затем на производство малыми сериями, первоначально устанавливали распределительные топливные насосы фирмы "Бош". Но подбор их рабочих параметров и регулировок выполнялся в НАМИ. На основании выполненных работ в ЦНИТА создали конструкцию отечественного распределительного насоса мод. НДСП, прошедшего всесторонние испытания и рекомендованного к постановке на производство. (До чего, к сожалению, дело не дошло из-за начавшейся в 1980-х годах "перестройки".)

С середины 1970-х годов в связи с введением нормирования выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей потребовалось значительное повышение энергии впрыскивания топлива. Проведенный НАМИ анализ показал необходимость перехода от аппаратуры с открытым корпусом ТНВД к аппаратуре с закрытым корпусом по схеме "Компакт", обеспечивающей давление впрыскивания топлива свыше 100 МПа (1000 кгс/см^2). С учетом этих рекомендаций на ЯЗТА и ЯЗДА разработаны и поставлены на производство семейства ТНВД "Компакт-32" и "Компакт-40" с корпусами закрытого типа и механическими регуляторами частоты вращения. Эти семейства используются на дизелях ЯМЗ, ТМЗ и ММЗ, обеспечивая выполнение экологических норм "Евро-2".

В начале 1980-х годов возникла проблема разработки срочных мероприятий по снижению потребления нефтяных моторных топлив и замены их альтернативным топливом — природным газом. В результате появились газодизельные модификации двигателей КамАЗ и система регулирования запальной дозы дизельного топлива. Для них ЯЗДА при активном участии НАМИ создал и поставил на производство трехрежимный регулятор, совмещенный с новой системой регулирования запальной дозы.

Опыт, накопленный при создании газодизельной модификации двигателя КамАЗ, позволил специалистам института разработать газодизельные модификации двигателей с системами регулирования запальной дозы дизельного топлива с помощью механических регуляторов разных типов, устанавливаемых на грузовых автомобилях МАЗ, КрАЗ, ЗИЛ, автобусах "Икарус" и ЛиАЗ, индийских и корейских дизелях.

В середине 1990-х годов в НАМИ начаты поисковые исследования по использованию на автомобильных дизелях перспективного альтернативного топлива — диметилового эфира, обеспечивающее бездымное и высокоэффективное протекание процесса сгорания при одновременном уменьшении выбросов оксидов азота до уровня требований перспективных экологических норм. С учетом особенностей этого топлива (испаряется при температуре выше 248 К, или −25 °С, находится в жидкой фазе при повышенном давлении) предложили несколько вариантов топливной аппаратуры. В том числе с насосом УТН-5 производства НЗТА, который в соответствии с программой правительства Москвы установлен на автомобиле ЗИЛ-5301 "Бычок" с дизелем Д-245 и в настоящее время проходит эксплуатационные испытания.

Постоянно ужесточаемое нормирование выбросов вредных веществ с отработавшими газами и уровня шума потребовали от отечественных моторостроителей радикально модернизировать конструкцию двигателя и его основных систем. Одним из важнейших мероприятий в этом направлении стал переход на дизельную топливную аппаратуру нового поколения — аппаратуру с электронным управлением. И НАМИ, естественно, занялся ее созданием. Причем эти работы велись в несколько этапов.

На первом из них решалась задача замены механического регулятора на электронный и повышения энергии впрыскивания топлива при сохранении практически неизменной технологии изготовления ТНВД типа "Компакт". Такая конструкция топливной аппаратуры обеспечила выполнение двигателями ЯМЗ, ТМЗ и ММЗ экологических норм "Евро-3", вступивших в действие в России с 1 января 2008 г.

Но, как известно, в соответствии со специальным техническим регламентом о требованиях к выбросам автомобильной техники вредных веществ, с 1 января 2010 г. вводятся нормы "Евро-4", а 2014 г. — "Евро-5". Чтобы обеспечить комплексное снижение токсичности отработавших газов, предусмотренное этими жесткими нормами, и сохранить или даже улучшить достигнутые показатели топливной экономичности, необходимы качественно новые функции топливоподающей системы, отсутствующие или недостаточно эффективно реализованные в существующей аппаратуре. Ведь функции дизельных топливоподающих систем традиционных типов заключаются, главным образом, в определении того, СКОЛЬКО топлива подать за цикл, в то время как для перспективных топливоподающих систем все более актуальными становится проблема КАКИМ ОБРАЗОМ подать это топливо. Решение заключалось в переходе от золотникового способа дозирования топлива на клапанное с микропроцессорным управлением, что позволяет регулировать не только величину подачи и момент впрыскивания топлива, но и саму характеристику впрыскивания (давление и форму характеристики) независимо от режима работы дизеля.

Наиболее перспективной в этом отношении считается аккумуляторная система топливоподачи типа "Коммон Райл". Поэтому основное внимание специалистов НАМИ и двигателестроительной отрасли было направлено на разработку отечественной конструкции такой аппаратуры. Например, с участием Ф. И. Пинского, главного идеолога аккумуляторной системы топливоподачи, и Л.Н. Голубкова, привлеченных для решения поставленных задач, созданы математические модели рабочего процесса таких топливных систем, выявлены критические режимы работы и условия обеспечения стабильного протекания характеристик дозирования и впрыскивания. Совместно с ЯЗТА составлены технические требования, структура аккумуляторной системы, определены алгоритмы управления и проработаны варианты конструкции электрогидравлической форсунки — основного исполнительного элемента системы, обеспечивающего пониженные расходы топлива на управление. С учетом результатов этих исследований на ЯЗДА разработана и проходит испытания отечественная аккумуляторная система с параметрами, аналогичными зарубежным аналогам.

Наряду с аккумуляторной системой топливоподачи специалисты НАМИ участвуют в разработках других систем топливной аппаратуры нового поколения — индивидуальных насосных секций с клапанным управлением и аккумуляторами переменного объема.

Отдельным направлением работ института, выполняемых специалистами испытательного центра автомобильных изделий, является большой объем проводимых в 1994 г. на аттестованных стендах и оборудовании сертификационных испытаний дизельной топливной аппаратуры, предусмотренных действующим в России законом "О техническом регулировании" и "Правилами по проведению работ в системе сертификации". Указанным испытаниям периодически подвергалась продукция, серийно выпускаемая ЯЗТА, Ярославским автоагрегатным заводом, Курским заводом топливной аппаратуры и Хлебниковским машиностроительно-судоремонтным заводом, — ТНВД, топливоподкачивающие насосы, плунжерные пары, форсунки, распылители форсунок. Положительные результаты проведенных испытаний послужили основанием для выдачи Органом по сертификации автомобильных изделий сертификатов соответствия на проверенную продукцию.

Содержание

Ипатов А.А. — 90 лет НАМИ 2

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Кисуленко Б.В. — Техническое регулирование в автомобилестроении: состояние и перспективы 5

Кутенев В.Ф., Теренченко А.С. — Состояние и перспективы создания системы утилизации АТС в России 7

АСМ-факты 9

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Ипатов А.А., Дзоценидзе Т.Д., Минкин И.М., Пономарев А.К., Загарин Д.А. — Первый в мире типаж мобильных малогабаритных АТС для сельского хозяйства 10

Гируцкий О.И., Загарин Д.А., Берберя В.В., Кузнецов Н.С. — Городские автобусы: тенденции, состояние и перспективы развития 13

Шухман С.Б., Плиев И.А., Малярeвич В.Э. — Пути повышения экологических свойств многоосных полноприводных автомобилей, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера 15

Тер-Мкртичьян Г.Г. — Двигатели ВАЗ: современный технический уровень и перспективы развития за счет регулирования степени сжатия 17

Панчишный В.И. — Система нейтрализации отработавших газов автомобильных бензиновых двигателей 20

Яценко Н.Н., Никульников Э.Н., Балакина Е.В., Козлов Ю.Н. — Отрицательный развал задних колес и управляемость легкового автомобиля 22

Хрипач Н.А., Лежнев Л.Ю. — Водородная энергетика и транспорт 23

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

Дмитриевский А.В. — Аномальные процессы сгорания в бензиновых двигателях 26

Бунаков Б.М., Первушин А.Н., Смирнов К.Ю. — Моторные автомобильные масла. Состояние и пути повышения их качества 28

Звонов В.А., Козлов А.В. — Эффективность применения смесевых и биодизельных топлив в дизелях 30

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Есеновский-Лашков Ю.К., Трикоз А.А. — Нанотехнологии в автомобильной промышленности 32

Тольский В.Е., Горобцов А.С., Воеводенко С.М. — Современные методы проектирования автомобиля. Проблемы и пути их решения 34

Волков В.И., Борисова Г.В., Маркелов И.А. — Нетрадиционные материалы для нового поколения фильтров очистки воздуха, масла и топлива 37

ИНФОРМАЦИЯ

Из истории отечественного автомобилестроения

Мазинг М.В. — Работы НАМИ по дизельной топливоподающей аппаратуре . 38

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунин, Г. И. Мамити, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), С. М. Круглов, Ю. А. Купеев, В. А. Марков, Э. Н. Никульников, В. И. Пашков, Н. Т. Сорокин, А. И. Титков

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), Л. Г. Красневский (зам. председателя), Д. А. Дубовик, Н. В. Коритко, П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин, И. С. Сазонов, Г. А. Синеговский, В. Е. Чвялев

Корректор Е.В. Комиссарова

Сдано в набор 31.07.2008. Подписано в печать 15.09.2008.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 8,03. Зак. 1041.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика"
142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15

ООО «Издательство Машиностроение»

Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: avtoprom@mashin.ru
www.mashin.ru www.avtomash.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПН № 77-7184

Цена свободная

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.