ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

УЧРЕДИТЕЛИ:
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"
АНО "РУСАЕН"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 7 • июль • 2014

ПРОБЕГ ДЛИНОЙ В ПОЛВЕКА

Д.А. ЗАГАРИН, директор Центра испытаний НАМИ

Человечество давно отметило быстротечность времени. Казалось бы, только вчера мы отмечали 45-летие Центра испытаний НАМИ, НИЦИАМТа, а сегодня уже встречаем гостей на новый юбилей. У ветеранов, в свою очередь, удивительно свежи воспоминания о знаменательном дне, когда был подписан Приказ № 123 Министра автомобильной промышленности СССР о запуске в эксплуатацию Центрального автомобильного полигона.

Кажется, что это было совсем недавно. Однако дорога, которая пролегла между двумя этими событиями, измеряется пятью десятилетиями.

Ко дню рождения ЦНИАП НАМИ автомобилестроительная отрасль Советского Союза проделала нелегкий путь. Его появлению предшествовали постреволюционная разруха, индустриализация, становление отраслевой науки и трагические события конца 1930-х – начала 1940-х гг. Но, несмотря на это, задача создания современной и технически оснащенной базы испытаний продукции автомобилестроения всегда рассматривалась как одна из наиболее актуальных – растущая отрасль требовала все больших и больших объемов испытаний и исследований. Причем как фундаментальных, так и прикладных. Потому что простейшие стендовые испытания, проводившиеся автозаводами, лабораториями НАМИ и вузов, не давали возможности для всестороннего изучения проблем и поиска оптимальных путей для их решения.

Первичный выход из создавшегося положения тогда нашли, организуя испытательные автопробеги, которые, помимо научной, несли еще и идеологическую нагрузку. И хотя с накоплением опыта удельный вес таких дорожных исследований в общем объеме испытаний возрастал, но становилось все более очевидным: необходимо создавать специальный общеотраслевой автомобильный полигон, и в конце 1930-х гг. специалисты НАМИ начали подбор подходящего места для его строительства.

В итоге недалеко от г. Химки была построена испытательная станция. Однако просуществовала она очень недолго. Началась Великая Отечественная война, а затем – восстановление разрушенного в ее ходе народного хозяйства. И только к концу 1950-х гг. в Дмитровском районе Подмосковья был подобран подходящий по рельефу и размеру земельный участок для создания полигона, а ЦК КПСС и Совмин СССР 17 апреля 1958 г. приняли постановление № 442 и поручили Министерству автомобильной промышленности СССР в кратчайшие сроки осуществить строительство этого объекта.

Во исполнение данного постановления сразу же были развернуты подготовительные и строительные работы, завершившиеся созданием первой очереди одного из самых больших автомобильных полигонов в мире, а также поселка для проживания семей его сотрудников.

Дальнейшее строительство шло такими же высокими темпами. В 1964 г. были введены в эксплуатацию служебный корпус, скоростная и грунтовая дороги; к середине 1970-х гг. в состав комплекса вошли уникальная динамометрическая дорога, подъемы малой крутизны и другие дорожные сооружения.

И так продолжалось в течение многих лет. Поэтому в настоящее время число таких объектов достигло 79, а

общая протяженность дорог и дорожных сооружений, моделирующих практически все многообразие условий эксплуатации автомототехники, – 110 км.

Решена и еще одна чрезвычайно важная проблема. НАМИ, вследствие ограниченности московской площадки, не мог развивать свою лабораторную базу. На территории же автополигона таких ограничений не было. Поэтому здесь одновременно со строительством дорожных сооружений вводились в строй аэродинамическая труба, комплексы испытаний автомобилей на пассивную, активную и экологическую безопасности, виброакустику, показатели надежности автомобильных конструкций, включая их коррозионную стойкость. Кроме этого, был построен Дмитровский опытно-экспериментальный завод (ДОЭЗ), предназначенный для производства опытных серий автомобилей, а также Северная и Южная испытательные станции.

В результате автомобильная промышленность страны получила объекты, на которых можно было в сжатые сроки проводить всесторонние испытания и перспективные исследования, получая стабильные и сопоставимые результаты повторяющихся однотипных процедур.

Для того чтобы обеспечить возможность выполнения новых задач, Центр испытаний НАМИ даже в самые тяжелые годы после развала СССР не останавливал работы по совершенствованию и развитию своих исследовательской и испытательной баз. Так, в 1994 г. был сдан в эксплуатацию комплекс испытаний автомобилей, оборудованных антиблокировочной системой тормозов; с начала 2000-х гг. и по сей день продолжает приобретать дорогостоящее оборудование для испытаний автомобилей на экологическую и пассивную безопасность; сооружено специальное укрытие разгонной полосы; модернизирован комплекс испытаний АТС на пассивную безопасность – он теперь дает возможность круглогодичного проведения этих испытаний; реконструированы и построены новые дорожные сооружения – шумомерная дорога, подъемы на 18 и 20 %; введен в эксплуатацию объект "Арка", предназначенный для размещения элементов интеллектуальных транспортных систем; наиболее востребованные участки дорог оснащены стационарной системой освещения, что позволяет проводить исследовательские работы в круглосуточном режиме. И вот результат: сегодня экспериментально-исследовательская база Центра испытаний НАМИ (его общая площадь – более 40 тыс. км^2) позволяет оценить ~3 тыс. конструктивных параметров автомобильной техники. Причем оценить на высочайшем уровне точности, что обеспечивает не только она сама, но и более 2,5 тыс. разработанных здесь оригинальных нормативных документов, в том числе стандартов предприятия и стандартов, получивших международное признание.

Изменения, произошедшие в стране, в начале 1990-х гг., конечно, не могли не сказаться на деятельности предприятия.

Так, если во времена СССР оно выполняло, по сути, государственные заказы со стороны своей страны и стран СЭВ по таким направлениям, как разработка методов испытаний АТС, длительные контрольные и ресурсные испытания серийной продукции, исследования и испытания новых и модернизированных образцов автомототехники, испытания ее компонентов, то с приходом рынка взамен плановых, с централизованным финансированием работ, начались работы, финансируемые производителями. И в 1992 г., когда была развернута первая система сертификации продукции автомобилестроения, заказы под нее вскоре стали доминировать над всеми другими. Соответственно изменилась и востребованность некоторых видов дорожных сооружений и оборудования. Тем не менее именно по работам, связанным с этим направлением, Центр испытаний НАМИ в настоящее время обладает самой широкой из российских испытательных центров областью аккредитации. Причем не только в отечественных, но и международных системах сертификации автомототехники. Что объективно отражает степень его оснащенности, авторитет его специалистов, занимающихся разработкой и совершенствованием технологий исследований и испытаний. Достаточно сказать, что он единственный из российских центров зарегистрирован комитетом ЕЭК ООН в качестве технической службы по сертификационным испытаниям и аккредитован Росстандартом в качестве испытательного центра продукции автомобилестроения, а также имеет право проведения мероприятий по государственному контролю (надзору) за всей продукцией автомобилестроения, поставляемой на российский рынок. И это вполне закономерно: его работу характеризуют объективность, высокая достоверность и сопоставимость результатов исследований и испытаний, соблюдение требований нормативных документов, четко отлаженная система метрологического обеспечения средств измерений, оборудования, дорог и дорожных сооружений. Ежегодно на его испытательной базе и дорожных сооружениях проводятся обширнейшие исследования и испытания автомобильной техники. В целом же можно сказать, что предприятие возродилось. Сегодня его научная и практическая деятельности направлены на решение многих традиционных и новых задач. В том числе таких, как совершенствование существующих и разработка новых методов испытаний АТС с учетом развития их конструкции; исследования и испытания серийных и опытных образцов, систем, элементов конструкции АТС и разработка мероприятий по повышению их технического уровня и эксплуатационных свойств; контроль и оценка качества серийной продукции; испытания элементов дорожной инфраструктуры; сертификационные испытания; оказание сопутствующих услуг. Причем все это – в рыночных конкурентных условиях, которые заставляют применять не только традиционные, но и находить новые, зачастую нестандартные, подходы к решению практических и теоретических задач. Более того, нынешняя излишняя коммерциализация сферы сертификации АТС привела к пониманию необходимости диверсификации деятельности Центра. Именно поэтому возрождается система пробеговых испытаний, организуется работа по созданию системы госконтроля за продукцией, реализуемой на российском рынке, осваиваются такие сферы деятельности, как интеллектуальные транспортные системы и системы экстренного реагирования при авариях.

Безусловно, Центр испытаний НАМИ готов к решению и уже решает многие амбициозные задачи, приобретает новые компетенции. Например, совместно с предприятиями автомобильной промышленности успешно работает над созданием и исследованием гибридного и электротранспорта, ДВС нового поколения, бронеавтомобилей и транспортных средств высшего класса. Это позволяет быть уверенным в том, что его славная история будет продолжаться. Несмотря на свой "возраст", он по-прежнему молод, динамичен, полон идей и всегда открыт для сотрудничества.

УДК 574

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ АКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ И ПРОБЛЕМЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В.К. АЗАРОВ, доктора техн. наук **В.Ф. КУТЕНЕВ** и **А.А. ЭЙДИНОВ**
НАМИ (499. 451-30-81)

Рассматриваются способы снижения объемов выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Ключевые слова: невозобновляемые ресурсы, вредные вещества, альтернативные топлива.

Azarov V.K., Kutenev V.F., Eidinov A.A.

ENVIRONMENTAL HAZARD OF ACTIVE USE OF NON-RENEWABLE RESOURCES AND PROBLEMS OF ENGINEERING INDUSTRY

Methods reduction of volume emission of harmful substances in environment are considered.

Keywords: non-renewable resources, harmful substance, alternative fuel.

Пока неясно, как долго будет длиться активное использование невозобновляемых ресурсов Земли, приводящее к глобальному загрязнению вредными веществами окружающей среды. Но совершенно очевидно, что положение становится все более угрожающим. И выходом из него, учитывая конечность углеводородных ресурсов, должны стать, по мнению многих, альтернативные топлива.

Однако полный переход на такие топлива – довольно далекая перспектива. На несколько ближайших десятилетий нефть останется основным сырьем при производстве топлива для транспорта всех видов. В том числе для автомобильных ДВС. Поэтому дальнейшее их развитие и повышение их эффективности будет одной из главных забот как разработчиков, так и производителей АТС, а также тех, кто их эксплуатирует. Кроме того, прогнозируется, что частичное решение дадут АТС, оснащенные комбинированными энергетическими установками (КЭУ), ДВС которых работают на оптимальных с точки зрения экологии и расхода топливах. Еще бóльшие надежды возлагаются на электромобили, хотя эти надежды не совсем оправданы. Для выработки электроэнергии тоже нужно топливо, следовательно, вредные выбросы просто меняют "адрес": был автомобиль – станет электростанция.

Таким образом, для автомобилестроения путь пока что один: чтобы снизить объемы выбросов вредных веществ в окружающую среду, необходимо совершенствовать автомобильные ДВС. Однако это совсем не просто: "сливки" возможностей уже во многом сняты. Рабочий процесс доведен до высокого уровня совершенства, в систему выпуска отработавших газов ДВС встроены каталитические нейтрализаторы.

Хотя конечно, потенциал совершенствования еще далеко не исчерпан. Он – в более тщательном изучении и решении тех проблем, которые ставит массовая автомобилизация.

Первая из них – загрязнение окружающей среды из-за постоянно увеличивающегося парка АТС. Для ее решения необходимо и можно предпринять ряд мер, направленных как на модернизацию автомобильной индустрии, так и на улучшение качества моторного топлива и совершенствование процессов его сгорания, а также нейтрализацию отработавших газов.

Вторая – увеличивающийся выброс парниковых газов (CO_2) в атмосферу и связанное с этим изменение (потепление) климата. Решать ее нужно по трем направлениям: увеличивать эффективность силовых агрегатов, использовать альтернативные топлива (например, биотоплива, водород) и электроэнергию, получаемую из возобновляемых источников.

Третья – увеличенный выброс взвешенных и твердых частиц в атмосферу крупных городов, обусловленный износом шин и дорожного полотна (он в 25...100 раз превышает содержание таких частиц в отработавших газах ДВС).

Четвертая – высокая плотность автомобильных транспортных потоков и пробки на улицах больших городов, резко ухудшающие качество воздуха в домах, на улицах, а также в салонах самих автомобилей и автобусов и т.д. Ее решение – в совершенствовании улично-дорожной сети, организации движения и т.п.

И, наконец, пятая проблема – опасения, связанные с доступностью нефти в будущем: скачок цен на нее, наблюдаемый в последние годы, оказал влияние не только на политику отдельных стран, но и на автомобильную промышленность. В частности, заставил развивать силовые агрегаты (комбинированные энергоустановки) и сами АТС (электромобили).

Как видим, все пять проблем взаимосвязаны. Поэтому их решение должно идти параллельно.

Таковы общие соображения в отношении ближайшего будущего. Что ж касается более далекого, то здесь те, кто говорит об альтернативных топливах, правы.

С начала XX века спрос на нефть вырос в несколько раз. При этом транспортный сектор, стремительно расширяющийся в развивающихся странах, стал самым крупным потребителем получаемого из нее топлива. По оценкам исследователей Международного энергетического агентства (JEA), изложенных в докладе "Энергетические и технические перспективы 2008", парк АТС в этих странах в 2030 г. превзойдет аналогичный показатель в развитых странах. Следовательно, вывод может быть только один: для компенсации все более увеличивающегося недостатка природных ресурсов и ограничения дальнейшего резкого роста цен на нефть, действительно, необходимо развитие альтернативных источников энергии. И производители многих стран это поняли, поэтому активно развивают альтернативные виды топлива, что, в свою очередь, заставляет (побуждает) развивающиеся страны ужесточать требования к качеству применяемых на их территориях топлив и уровню выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС.

Так, если взять страны ЕС, то с 2004 г. они начали применять топлива "Евро-4", с 2009 г. – "Евро-5", а в 2014 г. перейдут на "Евро-6". Китай: начало 2005 г. – "Евро-3", начало 2008 г. – "Евро-4", конец 2011 г. – "Евро-5". Россия: конец 2008 г. – "Евро-4", конец 2012 г. – "Евро-5" и т.д. Правда, требования (намерения) и фактическое качество производимого топлива совпадают далеко не всегда [1]. Тем не менее тенденции очевидны. Это подтверждает факт принятия нормативов "Евро-6" в международных стандартах ЕЭК ООН и более жестких нормативов на содержание серы в топливах.

Таким образом, есть все основания утверждать, что проблема с загрязнением атмосферы вредными веществами этими требованиями и нами на 90 % решается, и ее реализация в ближайшие 5...7 лет в основном зависит от развивающихся стран.

В качестве примера в табл. 1 и 2 приведены результаты снижения экологического ущерба за счет перехода на требования стандартов ЕЭК ООН [2]: в первом случае взят автомобиль массой 3,5 т с пробегом 300 тыс. км, во втором – автомобиль с пробегом 1 млн км.

Как видим, предотвращенный ущерб за срок эксплуатации одного легкового автомобиля при переходе с нормативов "Евро-0" на "Евро-1" составляет 200,78 тыс. руб., с "Евро-4" на "Евро-5" – уже только ~1780 руб., т.е. ущерб снижен в 113 раз, а для автомобиля грузового – 1669,7 и 223,0 тыс. руб. соответственно. Это означает, что "оздоровлять" легковые АТС нужно в первую очередь. И здесь, по мнению авторов, неплохо бы воспользоваться опытом Германии по сокращению парка автомобилей экологических классов "Евро-0" и "Евро-1" путем введения большого транспортного налога. Там этот налог рассчитывается, исходя из двух факторов: экологического класса АТС, т.е. уровня выброса углекислого газа, если оно впервые зарегистрировано до 30.06.2009 г., и рабочего объема двигателя, если оно впервые зарегистрировано с 01.07.2009 г. По второму фактору зависимость для всех ТС считается линейной.

Таблица 1

Этап перехода	Снижение ущерба	
	тыс. руб.	тыс. евро
С "Евро-0" на "Евро-1"	200,78	4,016
С "Евро-1" на "Евро-2"	22,19	4,438
С "Евро-2" на Евро-3"	107,30	26,660
С "Евро-3" на "Евро-4"	7,08	1,616
С "Евро-4" на "Евро-5"	1,78	0,356

Таблица 2

Этап перехода	Снижение ущерба	
	тыс. руб.	тыс. евро
С "Евро-0" на "Евро-1"	1669,700	333,920
С "Евро-1" на "Евро-2"	817,450	163,481
С "Евро-2" на Евро-3"	544,710	108,942
С "Евро-3" на "Евро-4"	348,418	69,684
С "Евро-4" на "Евро-5"	223,000	44,600

Например, налог для АТС с бензиновым двигателем рабочим объемом 1,5 л, прошедшего первую регистрацию до 30.06.2009 г., при уровне эмиссии ниже "Евро-1" составляет от 316 до 380 евро в год, при уровне "Евро-1" – 226 евро, при "Евро-2" – 110 евро, при "Евро-3" – 101 евро.

Таким образом, в Германии существует два пути уменьшения транспортного налога – приобрести автомобиль либо с меньшим рабочим объемом двигателя, либо более высокого экологического класса.

Это касается практического решения первой из названных выше проблем. Вторая (выброс парниковых газов) решается сложнее, так как полностью зависит от разработки и внедрения новых энергосберегающих технологий производства и энергоэффективных конструкций АТС. В качестве примера на рис. 1 приведена зависимость выбросов этих газов, а на рис. 2 – экономические затраты в полном жизненном цикле, т.е. производство, эксплуатация, в том числе топливо и энергия, техническое обслуживание и ремонт), утилизация легковых автомобилей с различными энергоустановками. Из рисунков видно, что решение рассматриваемой проблемы есть, однако его реализация – внедрение в массовое производство таких новых технологий, как автомобиль с КЭУ, позволяющим уменьшить, по отношению к автомобилям с традиционными ДВС, выброс парниковых газов на 30...35 % и электромобилей (на 50...65 %) – приводит к значительным экономическим затратам и в производстве, и в эксплуатации.

То же самое говорят и данные табл. 3, в которой дается фактическое состояние и прогноз снижения валового выброса парниковых газов мировым автопарком в будущем (до 2050 г.): принимаемые мировым сообществом меры по ограничению выбросов таких газов автотранспортом к 2050 г. должны снизить их по сравнению с 2000 г. – в 6...12 раз, а по сравнению с максимально возможным уровнем в 2025...2030 гг. – в 2...3 раза.

Таким образом, по первым двум проблемам уже есть наработанные технологии их решения. Что же касается, третьей, появившейся в 2013 г., когда были установлены нормативы на выброс твердых частиц от износа шин, то здесь таких наработок фактически нет. Хотя уровень этих выбросов, как сказано выше, превышает уровень выбросов твердых частиц с отработавшими газами ДВС по нормам. "Евро-6" в 25...100 раз, а с учетом износа дорожного полотна – в 15...150 раз. А ведь в шинной пыли и в пыли от износа дорожного полотна содержится очень много особо опасных, в том числе канцерогенных веществ.

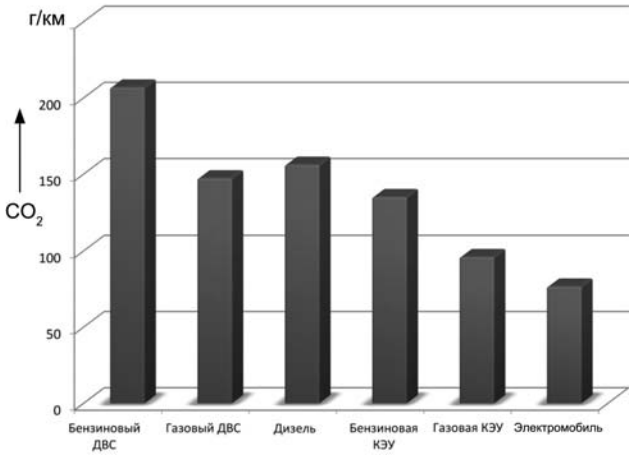


Рис. 1. Выбросы парниковых газов различными силовыми установками

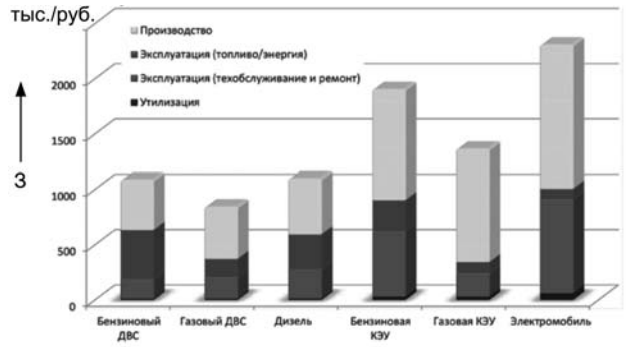


Рис. 2. Экономические затраты в полном жизненном цикле автомобилей с различными силовыми установками

Четвертая проблема тоже достаточна остра. Однако она относится к числу проблем не столько технического, сколько организационного плана. Поэтому останавливаться на ней не будем.

Теперь о России. Экспертная оценка показала: для нас, несмотря на большие финансовые и материальные затраты, связанные с производством новой техники, основной приоритет – внедрение экологичных АТС, в первую очередь, в крупных мегаполисах (городах) и зеленых зонах. При этом определяющим является внутригородской муниципальный (автобусы с КЭУ, электробусы, троллейбусы), а также коммунальный транспорт. И решить такую сложную комплексную задачу можно только системно-программным способом. Так, как, например, в Германии, где реализуется технологическая программа "Электромобиль", в США (программа "Фридом

Таблица 3

Год	Численность мирового автопарка, млн шт.	Средний ежегодный пробег автомобиля, км	Средний выброс CO_2 одним автомобилем, г/км	Общий выброс CO_2, млрд т/год
2000	400	15 000	600	3,60
2009	550	18 000	550	5,40
2011	800	20 000	500	8,00
2030	1600	22 000	300	10,56
			150	5,28
2050	2200	25 000	100	5,50
			50	2,75

Рис. 3. Внедрение новых технологий при решении основных проблем полного жизненного цикла АТС

Рис. 4. Наиболее перспективные направления развития технологий для российской автомобильной промышленности

кар"); в Японии (национальная программа) и т.д. Мы же пока что только начинаем: на сегодня единственный интегрирующий документ, который у нас есть, – "Технологическая платформа "Экологически чистый транспорт "Зеленый автомобиль".

В его рамках должна быть разработана стратегическая программа исследований, определяющая два основных направления развития экологичного автотранспорта – на альтернативных топливах и с электроприводом (электромобили и АТС с КЭУ, в том числе с подзарядом). Но ее до сих пор нет. Хотя кое-какие заделы уже есть. В частности, специалисты выработали единую точку зрения на инструменты развития новых типов экологичного транспорта: его развитие они связывают с развитием новых технологий и повышением результативности проводимых НИОКР. Кроме того, они добились того, что при разработке раздела по новым технологиям в обновленную "Стратегию автомобильной промышленности РФ до 2020 года" было определено: развитие и внедрение новых технологий (рис. 3) в отечественном автомобилестроении в среднесрочной и долгосрочной перспективах должны приниматься на основе критериев полного жизненного цикла изделий (ПЖЦ) и будут связаны с решением основных проблем экологии, безопасности, энерго- и ресурсосбережения; создание промышленности автокомпонентов и ГСМ мирового уровня, эффективных инструментов автоматизации и компьютеризация продукции автомобилестроения и концентрация усилий на наиболее перспективных направлениях НИОКР.

Что касается "Технологической платформы "Зеленый автомобиль", то перед ее участниками стоят как минимум три задачи: утверждение "Стратегической программы исследований по экологичному автотранспорту на 2014–2020 гг."; разработка детальных дорожных карт внедрения инновационных и экологичных АТС (автобусов, грузовых автомобилей, легких коммерческих и легковых автомобилей), а также базовых комплектующих систем электропривода, построенных по модульному принципу (рис. 4).

Все перечисленные выше направления находятся в рамках "Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года", подготовленного Министерством науки и образования Российской Федерации и это обнадеживает.

Литература

1. Global Energy Environmental Issues, Reflected in Toyota's Advanced Powertrain Development Toshiaki TanaKa (Toyota Motor Corporation, Japan).
2. Доклад Российской Федерации "О реальном выбросе твердых частиц автомобильным транспортом" на 160 сессии Всемирного форума по гармонизации требований к конструкции автомобилей Комитета Внутреннего Транспорта ЕЭК ООН / WP-29-160-39–2013.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Искренне поздравляем коллектив Центра испытаний НАМИ с 50-летием основания!

В своей производственной деятельности КамАЗ неоднократно имел возможность убедиться в высокой компетентности и научной добросовестности Ваших сотрудников. Через испытания на Вашем автополигоне прошли практически все наши автомобили и двигатели: от самых первых моделей КамАЗ-5320, 5410, 4310 до новейшего перспективного автомобиля КамАЗ-5490 и двигателя уровня "Евро-5". Тем самым, сумма впечатлений от сотрудничества с Вами выражается в уверенности получения необходимой поддержки и гарантии неизменного качества. Ваши специалисты внушают уверенность в профессиональном подходе к задачам, возникающим в совместной работе, демонстрируют готовность к реализации новых современных технологий в предлагаемых решениях. С таким партнером как Вы, мы можем смело смотреть в будущее.

Мы очень рассчитываем на продолжение наших взаимопартнерских отношений.

Желаем коллективу Центра испытаний НАМИ счастья, здоровья, дальнейшего процветания, развития, творческого вдохновения, оптимизма, новых научных достижений, финансового благополучия и удачи во всех начинаниях в подтверждении высокого научно-технического потенциала нашей страны и с целью его реализации на благо всей России.

С уважением,
Главный конструктор ОАО "КамАЗ" –
директор Научно-технического центра *Д.Х. Валеев*

УДК 629.113

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Кандидаты техн. наук **Д.А. ЗАГАРИН, А.В. ШАБАНОВ, В.В. ЛОМАКИН** и **П.А. КРАСАВИН, А.А. ШАБАНОВ**
Центр испытаний НАМИ,
Университет машиностроения (МАМИ)
(499. 223-05-23)

Выполнен анализ тенденции развития электропривода на автомобилях и проблемы, с которыми сталкиваются зарубежные и отечественные производители подзаряжаемых гибридов и электромобилей.

Ключевые слова: *автомобили с электроприводом, энергоэффективность, тенденции развития, результаты испытаний.*

Zagarin D.A., Shabanov A.V., Lomakin V.V., Krasavin P.A., Shabanov A.A.

SOME ASPECTS AND TENDENCIES IN DEVELOPMENT OF ECOLOGICALLY SAFE ELECTRO MOTOR DRIVE VEHICLES

The analysis of a tendency of development of electro motor drive vehicles and problems which foreign and domestic producers of recharged hybrids and electric cars face was made.

Keywords: *electro motor drive vehicles, energy efficiency, development tendencies, tests results.*

Если еще недавно электропривод на автотранспорте применялся ограниченно: как правило, там, где не допускаются выбросы вредных веществ с отработавшими газами ДВС (складские и торговые помещения, подземные выработки и т.д.), то сейчас он стремительно развивается. По прогнозам специалистов, к 2020 г. рынок автомобилей с электроприводом займет значительную часть рынка традиционных автомобилей. Например, в Европе объем продаж электромобилей и гибридов составит более 23 млн [1]. И причин тому несколько.

А это, во-первых, проблемы экологии. Для их решения, в частности, для стимулирования продвижения на рынок автомобилей с низкими вредными выбросами, Еврокомиссия ввела новое Правило № 443/2009 ЕС, устанавливающее очень жесткие требования по выбросам углекислого газа легковыми автомобилями. Согласно ему, если средняя величина выбросов этого газа превышает рассчитанное предельно допустимое значение, то с его производителя взимается штраф, пропорциональный величине превышения [2]. Совершенно очевидно, что радикально эти требования можно выполнить только одним способом – с помощью автомобилей с электроприводом.

Во-вторых, автомобили с электроприводом позволяют решать не только экологические, но и энергетические проблемы. Например, испытания гибридного автомобиля "Тойота Приус" и ряда электромобилей, проведенные на дорогах и стендах Центра испытаний НАМИ, показали, что соотношение расходов на их эксплуатацию в расчете на 1 км пробега между традиционным легковым автомобилем и электромобилем составляет, в зависимости от тарифа на электроэнергию, 1:(4,4...7,1).

Кроме того, в связи с развитием инновационных технологий в области создания автомобилей с электроприводом правительства ряда западных стран приняли государственные программы внедрения электромобилей и подзаряжаемых гибридов, рассчитанные на десятилетие [3]. Прежде всего это касается подготовки и развития инфраструктуры (зарядных станций), разработки нормативной базы и государственных стандартов, регламентирующих безопасную эксплуатацию автомобилей с электроприводом и их последующую утилизацию. Более того, эти программы находятся в стадии реализации и уже пройден предусмотренный ими первый (подготовительный) этап: изготовлены прототипы и промышленные образцы автомобилей с электроприводом, начато их мелкосерийное производство, во многих городах и регионах созданы сети зарядных станций.

Для осуществления этих программ, разумеется, необходимы значительные инвестиции, направленные на подготовку и развитие рынка, обучение персонала, создание системы финансовой поддержки потребителей при покупке и эксплуатации автомобилей с электроприводом. И правительства на такие расходы идут. Например, в Норвегии покупка одного электромобиля обходится государству в 8200 долл. субсидий. Кроме того, правительство, чтобы электромобиль для потребителя стал экономически выгодным, предлагает ему налоговые льготы, бесплатные или недорогие парковки, выделяет полосы движения на дорогах. Предоставляются также льготное кредитование, страхование [4].

Рис. 1. Электромобиль "Вольво С30Е"

Опыт стран, где электромобиль уже вышел на дороги, говорит о том, что ключевой проблемой этого вида транспорта является создание сети заправочных станций: оно требует наибольших усилий и финансовых затрат. В связи с чем многие специалисты считают, что проблема упрощается, если АБ автомобилей с электроприводом заряжать от обычной электросети. И производители эту точку зрения приняли. Пример тому электромобиль "Вольво С30Е" (рис. 1), заряжаемый от обычной бытовой сети переменного тока.

Однако это все-таки полумеры. Нужны специальные зарядные станции. Дело в том, что современные аккумуляторные батареи позволяют за счет увеличения зарядного тока довести время полной зарядки до 20 мин. К примеру, АБ японской фирмы "Тошиба" способны заряжаться со скоростью 2...3 % в минуту. При этом фирма гарантирует нормальную эксплуатацию такой батареи в течение 5 лет. В США уже широко используются и АБ, и станции быстрой зарядки [5].

В Германии мероприятия по внедрению электромобилей и подзаряжаемых гибридов реализуются в рамках технологической программы "Национальная платформа по электромобилям" (НПЭ), которая принята в 2009 г., а на ее основе в 2011 г. – программа федерального правительства, цель которой – развитие в стране рынка автомобилей с электроприводом.

На финансирование этой программы правительство в 2009–2011 гг. направило 500 млн евро, в 2012 г. на пилотные проекты – еще 180 млн, а в дальнейшем финансирование будет доведено до 17 млрд евро. Планируемые результаты: к 2020 г. – не менее 1 млн электромобилей и заряжаемых гибридов, а к 2030 г. – 6 млн [6].

В рамках НПЭ государство поддерживает также разработчиков и производителей оборудования для получения энергии, добываемой из возобновляемых источников, т.е. направления, которые занимают центральное место в программе государственной поддержки электропривода на автомобилях.

Здесь, как и в Норвегии, правительство простимулировало покупку автомобиля с выбросом углекислого газа, не превышающим 50 г/км: его владелец на 10 лет освобождается от транспортного налога, для него выделены специальные парковочные места, ему разрешены въезд в особые зоны, а также использование полос, предназначенных для общественного транспорта. Своеобразным "толчком" к приобретению автомобилей является и тот факт, что не менее 10 % всех вновь приобретаемых для федерального правительства АТС будут иметь выбросы углекислого газа 50 г/км.

Развитие германского рынка электромобилей и инфраструктуры будет идти в три этапа: до 2014 г. – подготовка и формирование рынка автомобилей с электроприводом; до 2017 г. – рост рынка и его выход на плановые объемы; до 2020 г. – массовый сформировавшийся рынок. Причем уже за время первого этапа планируется разработать и вывести на рынок более 15 новых моделей электромобилей.

Кроме работ по созданию автомобилей с электроприводом программа предусматривает организацию производства АБ, систем привода и модернизации сети подзарядки, а также создание сети электростанций, работающих от возобновляемых источников энергии. В связи с этим намечается резко повысить долю энергетических ресурсов, добываемых из таких источников (в частности – ветровые электростанции), так как использование традиционных источников электрической энергии ведет лишь к смещению вредных выбросов от транспорта в городах к электростанциям.

Электромобиль	Масса снаряженная/ полная, кг	Мощность (крутящий момент) двигателя, кВт (Н·м)	Время разгона до 100 км/ч, с	Максимальная скорость, км/ч	Емкость АБ, кВ·ч	Запас хода на одной зарядке, км
"Шевроле Вольт Е" PHEV	1715/2080	111 (370)	9,0	161	16	61
"Ниссан Лайф Е"	1525/1965	80 (280)	11,9	144	24	175
"Вольво С30Е"	1690/1995	82 (230)	10,9	130	23	150
"Рено Флуенс"	1605/2025	70 (226)	13,0	135	22	185
"Рено Зое"	1390/–	60 (222)	–	135	–	160
"Роллс-Ройс 102 EX"	–	290 (800)	8,0	165	–	200
"Мицубиси MiEV"	1035/1450	49 (180)	15,9	130	16	130
"Фольксваген E-Up"	–	40	–	135	18	130
"Ауди EV"	–	55	–	120	17,3	140
"EL Лада"	1250/1610	60 (275)	14,0	130	23	150

Основные характеристики автомобилей с электроприводом, выпускаемых мелкими сериями, приведены в таблице [7]. Они, как видим, довольно близки, поэтому рассмотрим их на примере одного из этих АТС. Скажем, автомобиля "Шевроле Вольт", который относится к числу подзаряжаемых гибридов с ДВС мощностью 63 кВт и отличается от обычных гибридов аккумуляторной батареей большей емкости: на нем установлена литий-ионная батарея энергоемкостью 16 кВт·ч, или 57,6 МДж, что соответствует 1,3 л высокооктанового бензина.

Масса этой батареи составляет 198 кг, расход топлива автомобилем в циклах ЕС (Директива № 715/2007) – 0,9/1,3/1,2 л на 100 км; выбросы углекислого газа в испытательном цикле – 27 г/км, время разгона до 100 км – 9 с; запас хода на электротяге – 61 км. Мощности электродвигателя хватает для обеспечения скорости движения 100 км/ч. Силовая установка рассматриваемого гибрида работает так же, как и у других аналогичных АТС: как только зарядка батареи заканчивается, в работу включается ДВС, обеспечивая движение автомобиля и подзарядку батареи. ДВС также используется и при ускорениях автомобиля, режимы которых требуют большей мощности.

В России, очевидно, необходимо ориентироваться не только на продукцию западных производителей, но и на собственное производство как автомобилей с электроприводом, так и комплектующих для них. Уже хотя бы потому, что Россия – страна с особыми климатом и спецификой парка общественного транспорта. И первые попытки такой ориентации есть. Как упоминалось выше, в 2012 г. в Центре испытаний НАМИ были проведены испытания автомобилей-гибридов и электромобилей. В их числе был и российский электромобиль "EL Лада". Как показали испытания, пробег этого электромобиля по смешанному ездовому циклу на стенде с беговыми барабанами оказался довольно приличным: 162 км, а расход энергии – 160 Вт·ч на 1 км, что соответствует 0,4 руб. при тарифе 2,5 руб. за 1 кВт·ч.

Эти данные по топливной экономичности, полученные на стенде, достаточно полно соответствуют реальному расходу топлива при эксплуатации этого АТС, поскольку смешанный ездовой цикл Правил № 83–06 ЕЭК ООН состоит из городского и загородного циклов (рис. 2) и включает постоянные и переменные режимы движения, характерные для транспортных потоков: максимальная скорость для городского цикла принята равной 50 км/ч, а для загородного – 120 км/ч.

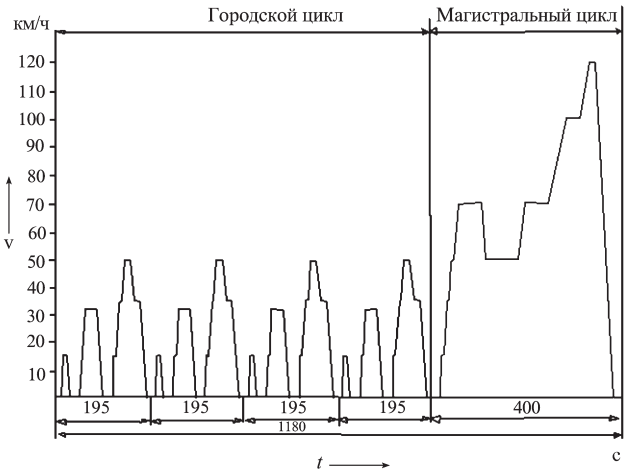


Рис. 2. Смешанный ездовой цикл Правил № 83–06 ЕЭК ООН

И цифра 162 км близка к реальной. Об этом говорит и тот факт, что при проходивших летом 2012 г. испытаниях электромобиля "EL Лада" в г. Кисловодске средний пробег на одной зарядке АБ был равен 140 км. При этом стоимость этого пробега по местному тарифу составила 0,5 руб. за 1 км [6].

На рис. 3 показано зарядное устройство электромобиля "EL Лада". Как видим, оно размещено справа, за задней дверью кузова, т.е. вместо заправочной горловины бензобака автомобиля ВАЗ. Аккумуляторы расположены под днищем его кузова (рис. 4). Их общая масса – 270 кг. Состоит такая батарея из 79 соединенных между собой аккумуляторов, каждый напряжением 3,2 В, ее общая емкость – 90 А·ч. Напряжение питания тягового электродвигателя – 253 В.

Тяговые батареи и находящиеся под напряжением части электропривода защищены соответствующей изоляцией и ограждениями, которые нельзя открыть или снять без специальных инструментов. Системы охлаждения аккумуляторного блока нет, так как их тип ("литий–фосфат–железо") при работе не перегревается.

Учитывая климатические условия эксплуатации автомобилей в России и прежде всего длительный зимний сезон с низкими температурами атмосферного воздуха, нельзя не отметить связанные с этим большие (20 % и более) потери энергии на обогрев салона, что, конечно, отрицательно сказывается на энергоэффективности электромобилей. Правда, производители таких АТС нашли решение: они устанавливают автономные отопительные агрегаты, использующие нефтяное топливо. Более рациональным решением является такое: оснастить автомобиль небольшим ДВС, который ~30 % своей тепловой энергии отдает системе обогрева салона и 30 % – электрогенератору, подзаряжающему аккумуляторную батарею. В этом случае можно максимально сократить время подзарядки батарей от стационарного источника питания и использовать аккумуляторную батарею меньшей мощности и, соответственно, стоимости. Ведь стоимость автомобиля определяет и спрос на него. Например, опросы показывают, что ~50 % российских потребителей хотят покупать автомобили по цене, не превышающей 500 тыс. руб., и только 30 % – до 1 млн руб. Так что ни аналог гибрида "Тойота Приус" (цена – 1,2 млн руб.), ни аналог электромобиля "Мицубиси I-MiEV" (цена – 1,8 млн руб.) для 80 % потенциальных покупателей не подходит. И даже электромобиль "EL Лада" по цене устраивает далеко не всех (~900 тыс. руб.). Отметим, что стоимость аккумуляторной батареи емкостью 18 кВт·ч составляет 410 тыс.

Рис. 3. Зарядное устройство электромобиля "EL Лада"

Рис. 4. Вид снизу на днище кузова электромобиля "EL Лада"

руб., а емкостью 1 кВт·ч – 53 тыс. руб. Это обстоятельство на сегодняшний день для российского потребителя является определяющим. По-видимому, необходимо решать на государственном и региональном уровнях проблему экологически чистого транспорта для мегаполисов. Просто призывы бороться за чистоту воздуха не помогут в решении данной проблемы. Хотя есть и другие примеры отношения к экологически чистым автомобилям. Один из них – жители Токио: 30 % из них готовы хоть сегодня пересесть с обычных автомобилей на электромобили. Второй пример – Китай. Он в последние годы очень бурно развивает энергосберегающие технологии на автотранспорте, стал основным производителем литий-ионных аккумуляторных батарей и, видимо, поэтому его население положительно относится к проблеме использования электропривода на автомобилях [3].

В России сдвиги в этом направлении, конечно, тоже есть. Например, фирма "Револьта" в 2012 г. представила свой проект практической реализации концепции электрификации автотранспорта и единой для Москвы сети зарядных станций (рис. 5). Причем она, учитывая опыт западных стран, начала именно с зарядной сети: проект включает на первом этапе размещение 28 зарядных станций (более половины уже введены в эксплуатацию) для зарядки электромобилей и АБ гибридов в местах их парковки, расположенных рядом с центральными московскими магистралями, у дилерских центров и т.д. Аналогичные проекты разрабатываются также в Санкт-Петербурге, Казани, Челябинске и в других крупных городах.

Основные характеристики таких стандартных станций: максимальная мощность – 44 кВт; максимальное напряжение – 380 В; максимальный ток заряда АБ – 64 А при двух одновременно заряжающихся электромобилях. Но предусматриваются и станции быстрой зарядки, работающие от сети постоянного тока (станции типа DS). Их максимальная мощность – 50 кВт; максимальное напряжение – 500 В; максимальный ток заряда АБ – 125 А. Кроме того, некоторые специалисты большие надежды возлагают и на станции быстрой зарядки (для сети типа 3P+N), работающие на частоте 50 Гц, у которых максимальная мощность составляет 21 кВт, максимальное напряжение – 380 В, максимальный ток зарядки – 32 А.

В настоящее время автомобилей-гибридов (в основном японских) в России уже довольно много, а электромобилей – не более сотни. Восемь таких АТС проходят тестовую эксплуатацию в Москве. Но они, учитывая мировую тенденцию в этой сфере, безусловно, будут. Поэтому в той же Москве планируется выделить 600 парковок для них. Более того, 50 из них уже построены. Разработаны также проекты законодательных документов (стандартов и технических регламентов), регулирующих эксплуатацию электромобилей и зарядных станций.

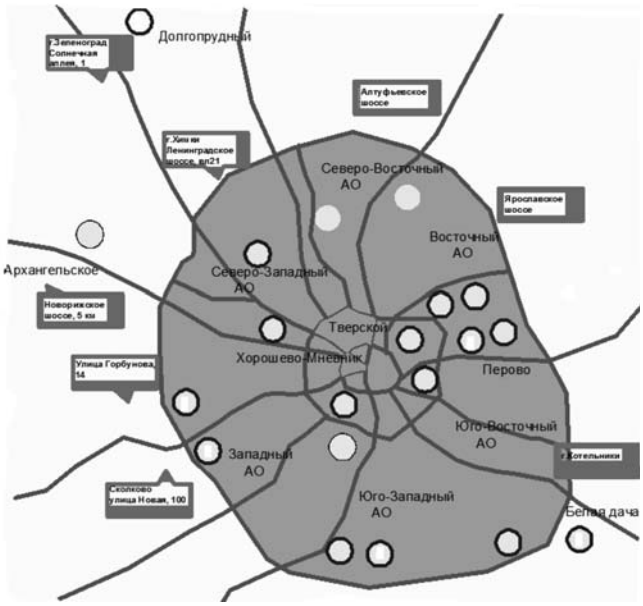


Рис. 5. Проект размещения зарядных станций для автомобилей с электроприводом на территории Москвы

Практическая реализация концепции электрификации автотранспорта и инфраструктуры единой сети зарядных станций на территории Москвы позволит российским автопроизводителям получить собственный опыт эксплуатации этого принципиально нового типа АТС, учесть плюсы и минусы опыта зарубежного, т.е. получать хорошую основу для производства и эксплуатации АТС с электроприводом. Важно лишь не упустить эти возможности, а главное – время. Иного пути избавления от статуса "догоняющих" у российской автомобилестроительной промышленности просто нет.

Литература

1. Азаров В.К., Кутенев В.Ф., Эйдинов А.А. Экологическая и экономическая целесообразность начала серийного производства электромобилей //Журнал автомобильных инженеров. 2011. № 2 (67).
2. Вайсблюм М.Е. Европейский подход к снижению выбросов CO_2 // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 3 (62). С. 59.
3. Шмелев Е.Н. Электромобильный транспорт в России зачем? // Журнал автомобильных инженеров. 2012. № 1 (72).
4. Norway shows the way with electric cars, but at what cost? Электромобили: "За" и "Против". www.reuters.com. Business&Financial News. 2013. Mar. 13.
5. Главная проблема электромобиля // Наука и техника автомобилестроения. Информационный обзор. 2011. № 48.
6. Материалы второго всероссийского форума по электротранспорту и зарядной инфраструктуре. Электромобилиада 2013. Москва. 4.06.2013 г.
7. Automobil revue. 2013.

УВАЖАЕМЫЙ ДЕНИС АЛЕКСАНДРОВИЧ!

Поздравляю Вас и Ваш коллектив с 50-летним юбилеем!

Центр испытаний НАМИ – уникальный научно-технический комплекс с богатым интеллектуальным и научно-производственным потенциалом, являющийся штаб-квартирой Ассоциации автомобильных инженеров, объединяющей всех ее участников из России и стран СНГ!

Наши организации сотрудничают на протяжении ряда лет в области совершенствования методов проведения и оценки испытаний автомобилей. Мы уверены, что это сотрудничество будет и дальше продолжаться.

Желаем Вам успехов и дальнейшего процветания!
Декан факультета
автомобильного транспорта
Волгоградского государственного
технического университета

С.А. Ширяев

УДК 629.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОЛЕСНЫХ МАШИН НА СТЕНДЕ С БЕГОВЫМИ БАРАБАНАМИ

Доктора техн. наук **Г.О. КОТИЕВ** и **В.А. ГОРЕЛОВ, А.Ю. ЗАХАРОВ**
МГТУ имени Н.Э. Баумана (499. 263-63-62)

Представлен новый принцип имитации реальных нагрузочных режимов при движении колесного транспортного средства в условиях стенда с беговыми барабанами.

Ключевые слова: *колесная машина, экспериментальные исследования, стенд с беговыми барабанами, индивидуальный привод колес, закон управления, движитель, угловая скорость, крутящий момент, математическая модель, имитационное моделирование.*

Kotiev G.O., Gorelov V.A., Zakharov A.Yu.

RESEARCH OF DYNAMICS WHEELED VEHICLES ON THE STAND "ROLLER"

New principle simulate real load conditions by move of wheeled vehicles in a stand "Roller" is introduced.

Keywords: *wheeled vehicle, experimental researches, roller stand, individual drive wheels, control algorithm, prop, angular velocity, torque, mathematical model, simulation modeling.*

К настоящему времени накоплен большой опыт по испытаниям автомобильной техники, разработаны методы оценки эксплуатационных свойств автомобиля в целом, а также отдельных систем, узлов и агрегатов. Тем не менее актуальными остаются натурные испытания для проверки работоспособности конструкции, соответствия требованиям, заявленным в техническом задании на проектирование, а также для решения других сопутствующих задач.

Известны аналоги испытаний автомобилей в дорожных условиях. Например, эксперименты в условиях стенда с беговыми барабанами имеют основную положительную особенность: возможность управления сочетанием тяговых и тормозных нагрузок, скоростных режимов и условий внешнего воздействия. Причем установившийся режим может быть организован длительное время с целью проведения всех необходимых измерений, так как в отличие от дорожных условий обеспечение постоянства условий эксперимента не ограничено по времени. Еще одной немаловажной положительной особенностью стендовых испытаний является независимость от сезонно-климатических условий.

Основной недостаток стендовых испытаний полноразмерных автомобилей – несоответствие условий качения автомобильных шин по барабану реальным дорожным покрытиям, которые практически невозможно имитировать на поверхности барабанов. В работе [1] отмечается, что при решении проблемы стендовой имитации движения по реальной дорожной поверхности стендовые испытания превратятся в самый предпочтительный по эффективности метод исследования транспортных средств. Таким образом, задача воспроизведения на стенде движения автомобиля в реальных дорожных условиях имеет важное научное и практическое значение [2, 3]. Предлагается следующий подход для ее решения (рис. 1).

При натурных испытаниях колесной машины с помощью установленных измерительных систем регистрируются показатели, характеризующие движение в данных эксплуатационных условиях, которые будем считать входными параметрами для системы управления приводом стенда "беговые барабаны". Управление приводными двигателями стенда должно быть организовано так, чтобы значения силовых и кинематических параметров, зафиксированные при дорожных испытаниях, в точности воспроизводились на стенде.

С целью проверки работоспособности этого принципа предлагается на начальном этапе исследований от реальных объектов, представленных на рис. 1, перейти к их математическим моделям. При этом задача имитационного математического моделирования на предварительном этапе проведения расчетов решалась для одиночных движителей (как в условиях стенда, так и на дорожной поверхности). Расчетная схема математической модели динамики одиночного колеса на беговом барабане представлена на рис. 2 ($P_z = mg = R_z$, где P_z – вертикальная нагрузка, приходящаяся на колесо; m – часть массы транспортного средства, приходящаяся на одно колесо; R_z – нормальная реакция в пятне контакта колеса с поверхностью барабана).

В качестве допущений представим удерживающее устройство, препятствующее съезду колеса с поверхности барабана, в виде упругодемпфирующей связи. Пренебрегаем смещением вертикальной оси колеса относительно вертикальной оси барабана, заменяя его действием момента сопротивления. Уравнения, описывающие динамику системы "колесо – беговой барабан", могут быть представлены формулами № 1 (см. таблицу).

Известны различные конструкции стендов с беговыми барабанами. В относительно простых по исполнению вариантах на барабане реализуется лишь дополнительное сопротивление вращению колеса за счет приложения тормозного момента. В современных конструктивных исполнениях стендов, как правило, беговой барабан связан с электрическим приводом, за счет которого может быть реализовано как дополнительное сопротивление (тормозной момент), так и добавочный крутящий момент (приводной).

Будем полагать, что момент на барабане $M_б$, создаваемый приводным электрическим двигателем стенда, может принимать как отрицательные (тормозной момент), так и положительные (крутящий момент) значения и может быть определен по формуле № 2.

Пусть крутящий (приводной) момент на колесе $M_{кр}$ определяется, исходя из представления о том, что момент к колесу подводится тяговым электрическим дви-

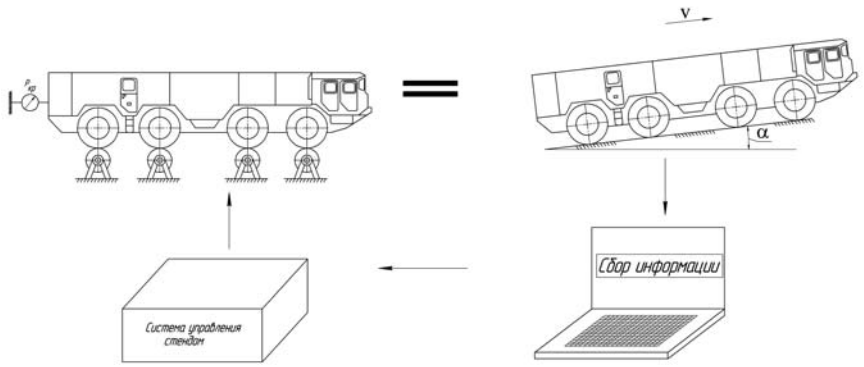


Рис. 1. Принцип управления приводом стенда с беговыми барабанами

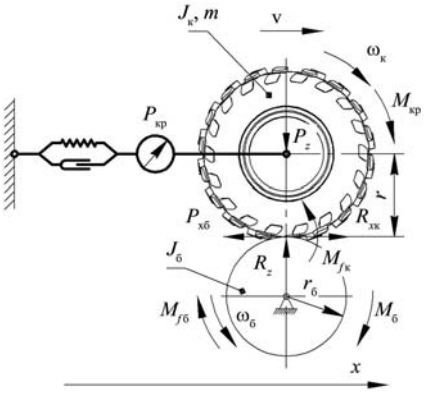


Рис. 2. Расчетная схема математической модели динамики одиночного колеса на беговом барабане

№ формулы	Формула	Примечания
1	$m\dot{v} = R_{x\text{к}} - P_{\text{кр}}$; $J_{\text{к}}\dot{\omega}_{\text{к}} = M_{\text{кр}} - M_{f\text{к}} - R_{x\text{к}} r_{\text{к}}$; $J_{\text{б}}\dot{\omega}_{\text{б}} = R_{x\text{б}} r_{\text{б}} - M_{f\text{б}} - M_{\text{б}}$	m – масса колеса; $\dot{v}$ – продольное ускорение его центра масс; $R_{x\text{к}}$, $R_{x\text{б}}$ – продольные реакции колеса и барабана; $P_{\text{кр}}$ – сила на крюке; $J_{\text{к}}$, $J_{\text{б}}$ – моменты инерции колеса и барабана; $\dot{\omega}_{\text{к}}$, $\dot{\omega}_{\text{б}}$ – угловые ускорения колеса и барабана; $M_{\text{кр}}$ – приводной момент на колесе; $M_{f\text{к}}$ – момент сопротивления вращению колеса на барабане; $M_{f\text{б}}$ – момент сопротивления, передаваемый от колеса на барабан; $r_{\text{к}}$, $r_{\text{б}}$ – расстояния от точки контакта колеса с барабаном до осей колеса и барабана; $M_{\text{б}}$ – тормозной (приводной) момент, реализуемый системой привода барабана
2	$M_{\text{б}} = M_{\text{б max}} h_{\text{б}}$	$M_{\text{б max}}$ – максимально возможный момент, реализуемый на барабане; $h_{\text{б}} = -1...1$ – уровень реализации $M_{\text{б max}}$ на барабане
3	$M_{\text{кр}} = \dfrac{N_{\max}}{\omega_{\text{эд}}} h_{\text{г}}$	$N_{\max}$ – максимальная мощность электродвигателя стенда; $h_{\text{г}} = 0...1$ – уровень ее использования; $\omega_{\text{эд}}$ – угловая скорость вращения якоря электродвигателя, приведенная к колесу ($\omega_{\text{эд}} = \omega_{\text{к}}$)
4	$P_{\text{кр}} = c\,x + \mu\,v$	c – жесткость удерживающего устройства в продольном его направлении; x – координата продольного перемещения центра масс колеса; μ – коэффициент демпфирования удерживающего устройства в продольном направлении
5	$m\dot{v}_x = R_x - P_x$; $J_{\text{к}}\dot{\omega}_{\text{к}} = M_{\text{д}} - M_f - R_x r_{\text{д}}$	$\dot{v}_x$ – продольное ускорение центра масс колеса; R_x – продольная реакция поверхности дороги; P_x – продольная сила, приложенная к оси колеса; $M_{\text{д}}$ – приводной момент на колесо; M_f – момент сопротивления качению колеса на дороге; $r_{\text{д}}$ – расстояние от оси колеса до поверхности дороги
6	$\Delta\left(\dfrac{M_{\text{д}}}{M_{\text{кр}}}\right) = \dfrac{M_{\text{д}} - M_{\text{кр}}}{M_{\text{д}}}$	–

гателем (ТЭД) с гиперболической зависимостью момента на выходном валу от частоты вращения с ограничениями по их максимальным значениям и параметром управления $h_{\text{г}}$. Определяется этот момент по формуле № 3.

Сила на крюке $P_{\text{кр}}$, препятствующая съезду колеса с поверхности барабана, может быть рассчитана по формуле № 4 с учетом упругодемпфирующих характеристик удерживающего устройства.

Разработанная математическая модель реализована в Simulink/Matlab [4]. Общая блок-схема модели, представленная на рис. 3, включает в себя две подсистемы (subsystem): подсистему "колесо", в которой решаются первые два уравнения, входящие в формулы № 1, т.е. моделируется динамика колеса под нагрузкой, и подсистему "барабан", в которой решается третье уравнение этих формул, т.е. моделируется динамика бегового барабана. В подсистему "колесо" из подсистемы "барабан" для определения величины скольжения S подается значение угловой скорости барабана $\omega_{\text{б}}$. Таким образом, связь между первой и второй подсистемами реализуется через значение продольной реакции на поверхности барабана ($R_x = R_{x\text{к}} = R_{x\text{б}}$) [5, 6], которая определяется в подсистеме "колесо" и используется в подсистеме "барабан".

Анализ результатов моделирования подтвердил работоспособность созданной математической модели динамики одиночного колеса на барабане.

Разработанная математическая модель динамики колеса на беговом барабане (подсистемы "колесо" и "барабан" на рис. 3) реализуется в одной подсистеме с названием "динамика колеса на стенде". Блок-схема, представленная на рис. 4, дополняется подсистемой "динамика колеса на дороге", в которой решается задача динамики одиночного колеса с теми же параметрами, что и в условиях стенда, но по ровной поверхности дороги, отличающейся по своим характеристикам от поверхности барабана.

Расчетная схема для движения колеса в ведущем режиме представлена на рис. 5, где $R_z = m\,g$, R_z – нормальная реакция в пятне контакта колеса с дорожной поверхностью.

Система уравнений, описывающая динамику одиночного колеса на ровном горизонтальном недеформируемом основании, представляется формулами № 5. Входящие в них параметры определяются аналогично параметрам в системе уравнений № 1, при этом системы уравнений № 1 и 5 решаются независимо друг от друга.

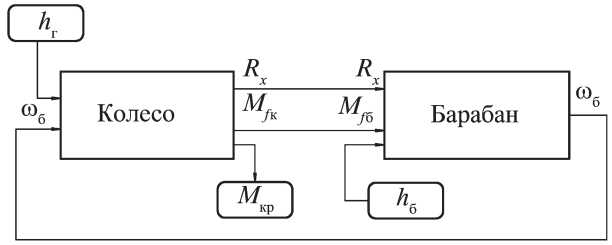


Рис. 3. Блок-схема модели "колесо–барабан"

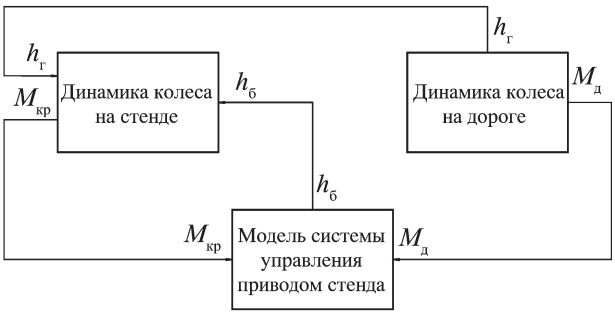


Рис. 4 Блок-схема модели "колесо на барабане – колесо на дороге"

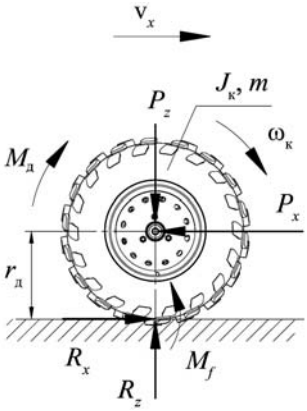


Рис. 5. Расчетная схема качения колеса в ведущем режиме

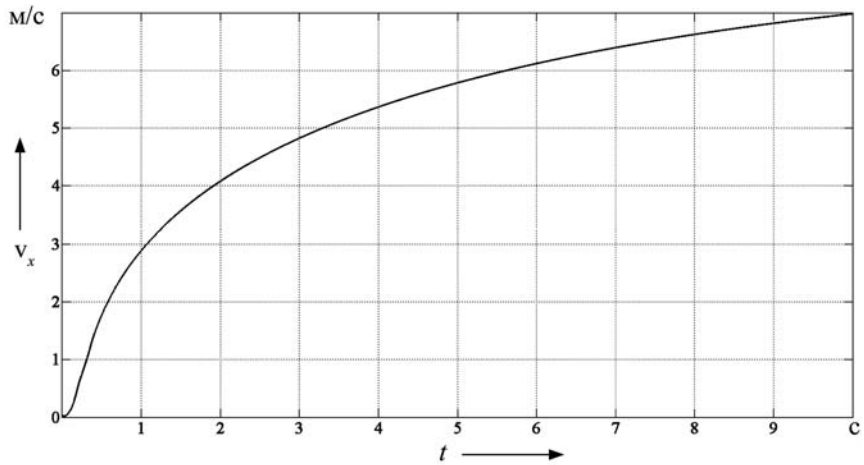


Рис. 6. Зависимость линейной скорости от времени

Коэффициенты сопротивления качению f, а также коэффициенты взаимодействия в продольном направлении при полном скольжении $\varphi_{x\max}$ при движении по дороге и по поверхности бегового барабана имеют разные значения [7], т.е. условия качения колеса на стенде не совпадают с дорожными.

Управление стендом с беговыми барабанами организовано так, чтобы условия качения колеса на барабане оказались идентичными дорожным. В процессе моделирования движения колеса по дороге непрерывно (или с какой-либо частотой) отслеживается величина крутящего момента на колесе $M_д$. Крутящий момент зависит от угловой скорости колеса и определяется внешними условиями, а также уровнем $h_г$ использования мощности ТЭД. Таким образом, в случае, если в условиях движения колеса на барабане удастся реализовать полную синхронизацию $M_{кр}$ и приводного момента $M_д$, который реализуется при движении по дороге, то при одинаковом уровне использования мощности ТЭД можно добиться полного совпадения угловых скоростей вращения колес на стенде и на дороге. Совпадение по приводным моментам и угловым скоростям вращения означает то, что нагрузочный режим, который имеет место при движении по дороге, полностью воспроизводится в условиях стенда.

В процессе моделирования из подсистем "динамика колеса на дороге" и "динамика колеса на стенде" в подсистему "модель системы управления приводом стенда" подаются моменты $M_{кр}$ и $M_д$ (см. рис. 4). В правой части третьего уравнения (формулы № 1) присутствует момент на барабане $M_б$, управляя которым, возможно добиться совпадения приводных моментов на колесах при качении по дорожной поверхности и на беговом барабане.

С целью соответствия $M_{кр}$ моменту $M_д$ в модели организуется пропорциональное изменение командного воздействия $h_б$ [–1...1], определяющего уровень и направление приложения момента на барабане, в зависимости от относительной разницы $\Delta(M_д / M_{кр})$, которая определяется по формуле № 6.

Рассмотрим пример реализации предлагаемого принципа управления.

Исходные данные для моделирования тестовых режимов движения следующие: g = 9,81 м/с^2; m = 7500 кг; $J_к$ = 300 кг·м^2; $J_б$ = 300 кг·м^2; $r_к$ = 0,725 м; $r_б$ = 0,6 м; $f_{бар}$ (на стенде) = 0,016; $f_{дор}$ (на дороге) = 0,1; $\varphi_{x\max}$ (на стенде) = 0,7; $\varphi_{x\max}$ (на дороге) = 0,4; $M_{б\ \max}$ = 10 000 Н·м; $M_{\max}$ = 39 кН·м; $N_{\max}$ = 60 кВт; $c = 5\times10^7$ Н/м; $\mu = 2{,}5\times10^7$ Н·с/м. Движение на стенде и на дороге начинается с начальной скорости v_0 = 0,1 км/ч. Управление стендом (изменение момента $M_б$) начинается со второй секунды движения, т.е. до этого колесо на стенде движется независимо от условий на дороге; уровень использования мощности при движении по дороге изменяется линейно от нулевого значения до максимального ($h_г$ = 1) за первую секунду движения. Управление уровнем $h_г$ использования мощности ТЭД на стенде синхронизировано с этим же параметром при движении по дороге. Время моделирования t = 10 с.

Результаты моделирования представлены на рис. 6–9. В заданных условиях при движении по дороге колесо за 10 с

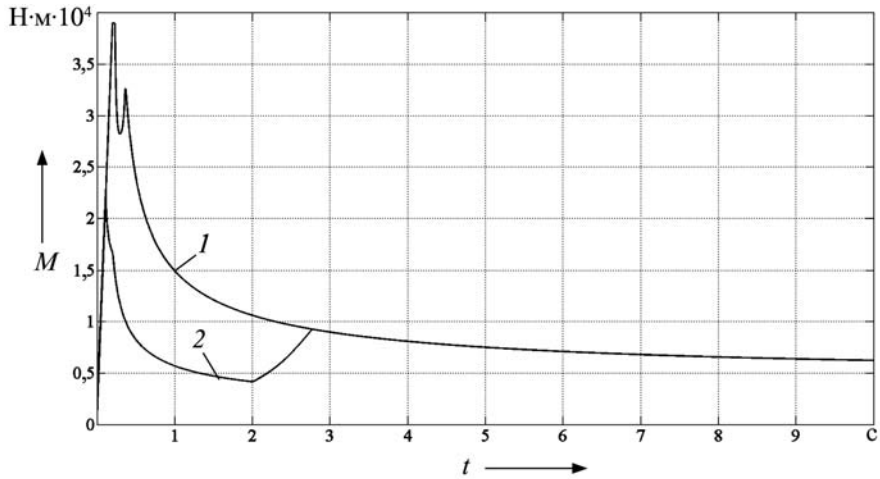


Рис. 7. Приводные моменты на колесах в условиях стенда (1) и на дороге (2)

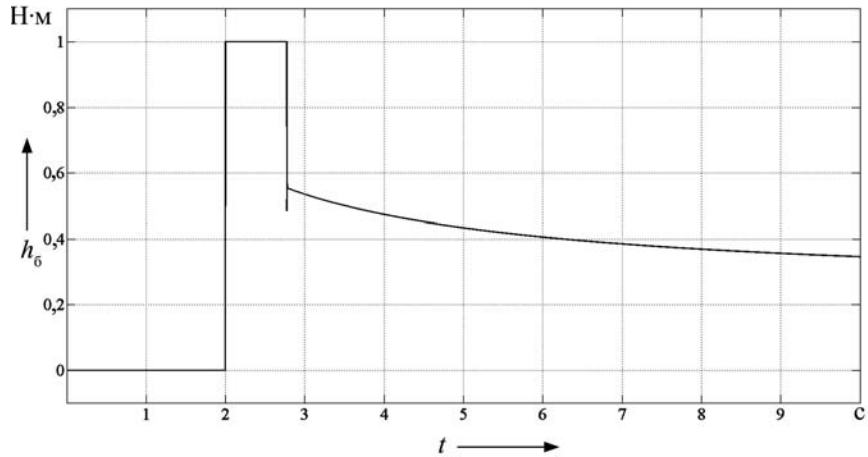


Рис. 8. Зависимость управляющего воздействия от времени

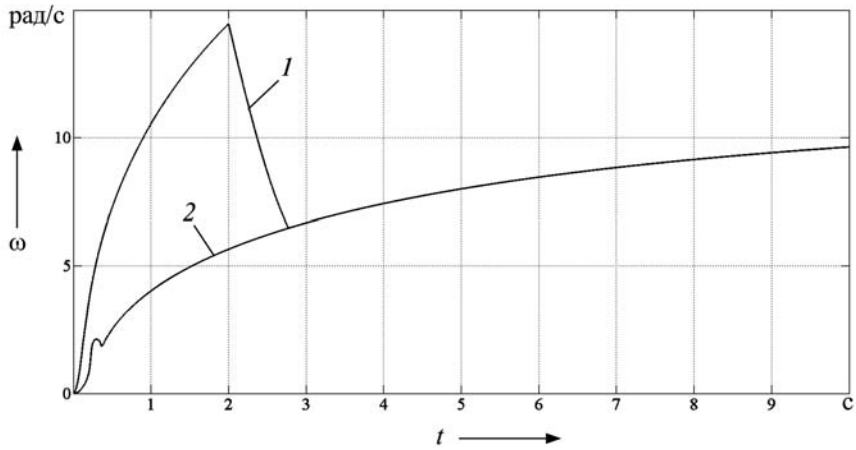


Рис. 9. Зависимость угловых скоростей колес от времени в условиях стенда (1) и на дороге (2)

движения разогналось до скорости 7 м/с (см. рис. 6).

Анализируя рис. 7, можно отметить, что до второй секунды движения крутящий момент $M_д$, подводимый к колесу при движении по дороге, и крутящий момент $M_{кр}$, подводимый к колесу на барабане, формировались независимо друг от друга. При этом управляющее воздействие $h_б$ (см. рис. 8) на изменение момента на барабане до второй секунды движения не осуществлялось. Со второй управление моментом на барабане (см. рис. 8) с целью выравнивания приводных моментов было успешно реализовано (см. рис. 7).

График изменения угловых скоростей колес (см. рис. 9) позволяет сделать следующий вывод: поскольку до второй секунды движения на барабане не создавался момент сопротивления (см. рис. 8), угловая скорость колеса, находящегося на барабане, быстро увеличивалась (см. рис. 9). В дальнейшем за счет управления моментом $M_б$ на барабане было реализовано совпадение приводных моментов $M_д$ и $M_{кр}$ (см. рис. 7), а поскольку характеристики тяговых двигателей представляют собой зависимость момента от частоты вращения, то при одинаковом уровне использования их мощности (что является условием проведения эксперимента) при проведении численного моделирования зафиксировано совпадение угловых скоростей колес (см. рис. 9).

Результаты моделирования позволили сделать вывод о работоспособности предложенного принципа имитации качения колеса по ровному недеформируемому опорному основанию в условиях стенда "беговые барабаны" (т.е. при отличающихся значениях $\varphi_{x\max}$ и f) с помощью имитационного математического моделирования. Очевидно, что совокупность возможных внешних условий не ограничивается движением только по горизонтальным ровным недеформируемым опорным поверхностям с различными коэффициентами сопротивления качению и коэффициентами сцепления. Таким образом, представляются актуальными следующие задачи: во-первых, проверка работоспособности предложенного принципа при моделировании движения на стенде полноразмерной колесной машины; во-вторых, попытка имитации на стенде "беговые барабаны" нагрузочных режимов движения, характерных для широкого круга внешних условий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках договора №9905/17/07-к-12 между ОАО "КамАЗ" и "Московским государственным техническим университетом имени Н.Э. Баумана".

Литература

1. Петрушов В.А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качения и воздуха. М.: Торс Пресс, 2008. – 352 с.
2. Котиев Г.О., Падалкин Б.В. Прогнозирование подвижности специальных колесных шасси на стадии проектирования: тр. МГТУ им. Н.Э. Баумана "Актуальные проблемы развития ракетно-космической техники и систем вооружения: 75 лет факультету "Специальное машиностроение". М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. С. 238–244.
3. Горелов В.А., Котиев Г.О., Мирошниченко А.В. Разработка закона управления индивидуальным приводом движителей многоосной колесной машины // Известия вузов. Машиностроение. 2012. № 1. С. 49–59.
4. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: Солог-Пресс, 2005. – 576 с.
5. Рождественский Ю.Л., Машков К.Ю. О формировании реакций при качении упругого колеса по недеформируемому основанию // Труды МВТУ. 1982. № 390. С. 56–64.
6. Ermittlung von μ-Schlupf-Kurven an Pkw-Reifen / Gnadler R., Unrau H.-J., Fischlein H., Frey M. // FAT-Schriftenreihe (Frankfurt am Main). 1995. № 119. 169 p.
7. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: учебник. М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ И ДРУЗЬЯ!

Ректорат Университета машиностроения от всей души поздравляет коллектив прославленного и уважаемого всеми автомобилистами Центра испытаний НАМИ.

Центр испытаний стал ведущей научной организацией России в области исследований надежности, безопасности, аэродинамики, эргономики и экологичности наземного дорожного транспорта. Своими научными исследованиями и результатами их внедрения он добился всеобщего признания среди ученых-автомобилистов не только нашей страны, но и всех промышленно-развитых стран мира. Он – непререкаемый авторитет в вопросах создания и совершенствования средств и методов исследований, испытаний и доводки автомобильных конструкций и разработки на этой базе государственных и отраслевых стандартов. Ученые Центра принимали и принимают активное участие во всех крупнейших научных проектах последних лет, направленных на создание новых видов автомобильной техники, автомобильных узлов, агрегатов и перспективных систем управления ими.

Немало сотрудников Центра – выпускники нашего вуза, и это еще больше сближает наши научные школы. Нам приятно отметить, что ученые Университета машиностроения и Центра испытаний активно и плодотворно сотрудничают в решении многих задач совершенствования автомобильной техники, тем самым укрепляя и развивая традиционные партнерские отношения между нашими организациями. Совместными усилиями наших ученых в разные годы были решены многие важные народнохозяйственные задачи.

Многие сотрудники успешно совмещают нелегкую работу исследователей и испытателей автомобильной техники с не менее трудной работой преподавателей в Университете машиностроения.

Надеемся, что и в дальнейшем сотрудничество Центра испытаний НАМИ и Университета машиностроения будет развиваться и крепнуть на благо развития отечественной науки, подготовки инженерных и научных кадров, поддержания высокого авторитета российских ученых.

Ректор *А.В. Николаенко*

УДК 629.113

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ ШИН

Канд. техн. наук **В.И. САЛЬНИКОВ, А.А. БАРАШКОВ, В.Н. ЗАДВОРНОВ,** д-р техн. наук **Е.В. БАЛАКИНА**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-17), Волгоградский ГТУ (8442. 24-84-61)

Приведены результаты математической обработки экспериментальных величин радиальной жесткости шин и получены универсальные зависимости для расчета радиальной жесткости разных шин при известных конструктивных параметрах.

Ключевые слова: *шина, конструктивные параметры, расчет радиальной жесткости.*

Salnikov V.I., Barashkov A.A., Zadvornov V.N., Balakina E.V.

EXPECTED AND EXPERIMENTAL UNIVERSAL FUNCTION FOR RADIAL TIRE STIFFNESS DETERMINATION

The results of mathematical treatment of experimental values of radial tire stiffness and obtained universal functions for analysis of stiffness of various tires under known design factors are provided.

Keywords: *tire, design factors, radial stiffness analysis.*

Исследованиям эксплуатационных свойств автомобиля, связанных с упругими свойствами шин, посвящен не один десяток работ. То есть уровень знаний по этому вопросу позволяет при составлении математических моделей автомобиля достаточно подробно учитывать влияние характеристик эластичной шины на эти свойства. Но только при условии, что исследователь располагает полными исходными данными по шине. А вот получить их оказывается довольно непросто. Поэтому рассматриваемые ниже обобщенные зависимости по коэффициентам радиальной жесткости шин, по мнению авторов, должны быть интересны тем, кто занимается проектными расчетами автомобиля.

Для того чтобы получить такие зависимости, авторы взяли экспериментальные данные по 57 радиальным и 19 диагональным легковым, 39 радиальным и 20 диагональным грузовым шинам, полученные в Центре испытаний, и построили соответствующие уравнения множественной нелинейной регрессии.

Все вроде бы просто. Однако на деле такое построение удалось осуществить далеко не сразу, потому что с помощью широко применяемых аналитических методов математической статистики в большинстве случаев оно невозможно. В итоге для выхода из этой тупиковой ситуации пришлось прибегнуть к эмпирическим методам, дающим адекватные результаты, а точнее – к одному из них, предложенному американским экономистом Брандоном.

Суть метода состоит в следующем.

В качестве исходных берутся паспортные данные исследуемых шин (ширина $B_ш$ профиля, диаметр $D_ш$ и максимально допустимые значения нагрузки $P_{z\,max}$ и внутреннего давления, статистические данные по результатам натурных их испытаний на жесткость $Y_{оп}$ при различных P_z и P). Затем данные сводятся в таблицу (пример ее составления для испытанных легковых радиальных шин приведен в виде табл. 1).

Далее по формуле $Y_{отн.оп} = \frac{Y_{оп}}{\overline{Y}_{оп}}$ определяем относительное значение выходного параметра, т.е. $Y_{отн.оп}$. В эту формулу, как видим, входит среднее значение $Y_{оп}$ для групп шин. Оно в нашем случае, т.е. для 57 легковых радиальных шин, равно 181,333.

Следующий этап – аппроксимация данных для различных давлений p:

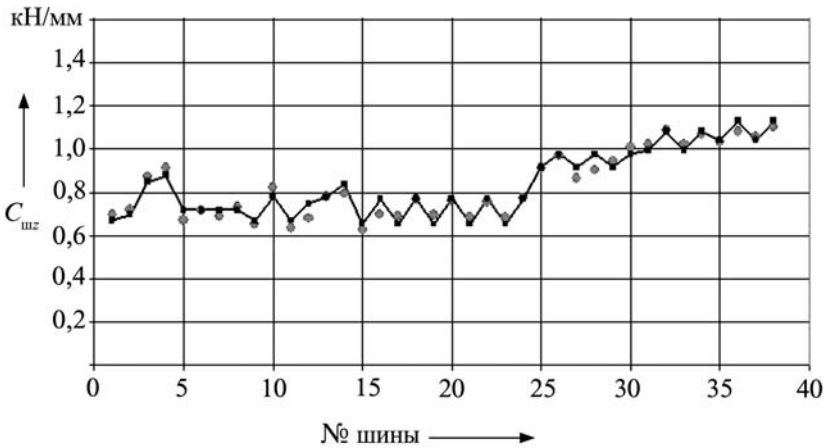
для $Y_{p1} = [Y_{отн.оп} = f(X_1)]$ – это $Y_1 = \frac{Y_{отн.оп}}{Y_{p1}}$; для $Y_{p2} = [Y_1 = f(X_2)] - Y_2 = \frac{Y_{отн.оп}}{Y_{p2}}$; для $Y_{p3} = [Y_2 = f(X_3)] - Y_3 = \frac{Y_{отн.оп}}{Y_{p3}}$; для $Y_{p4} = [Y_3 = f(X_4)] - Y_4 = \frac{Y_{отн.оп}}{Y_{p4}}$; для $Y_{p5} = [Y_4 = f(X_5)] - Y_5 = \frac{Y_{отн.оп}}{Y_{p5}}$. Для аппроксимации авторы использовали одну из известных программ "CurveExpert Professional 1.5.0". Это платформа для поиска кривых и анализа данных. Ее работа основана, как и у других подобных программ, на методе наименьших квадратов.

Заключительный этап – построение функции Y_p для расчета выходного параметра:

$$Y_p = \overline{Y}_{оп} \prod_{i=1}^{5} Y_{pi}.$$

В связи с тем, что $\overline{Y}_{оп}$, как сказано выше, для всей выборки легковых радиальных шин составляет 181,333, получаем:

$$C_{шz} = 181{,}333 \prod_{i=1}^{5} Y_{pi}.$$



Сравнение расчетных по общей двухфакторной зависимости (квадраты) и опытных (точки) значений выходного параметра радиальной жесткости шины $C_{шz}$ для грузовых радиальных шин

Таблица 1

№ опыта	Входные параметры					Выходной параметр (опытный)
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$Y_{оп}$
	Ширина $B_ш$ профиля шины, мм	Диаметр $D_ш$ шины, мм	Максимальная нагрузка $P_{z\,max}$, Н, по паспорту	Отношение $\frac{P_z}{P_{z\,max}}$ нагрузок	Отношение $\frac{p}{p_{max}}$ давлений	Радиальная жесткость $C_ш$ шины, Н/мм

Таблица 2

Шины	Рекомендуемая универсальная зависимость для расчета радиальной жесткости	Максимальная относительная погрешность, %	Средняя относительная погрешность, %
Легковая радиальная	$C_{шz} = 166{,}1429 \prod_{i=1}^{4} Y_{pi}$; $Y_{p1} = -0{,}15771 + 0{,}0067\, B_ш$; $Y_{p2} = 0{,}62391 + 0{,}0006172\, D_ш$; $Y_{p3} = 0{,}4053341 + 0{,}000118836\, P_{z\max}$; $Y_{p4} = 0{,}3185 + 0{,}849 \frac{p}{p_{\max}}$.	13	4,0
Легковая диагональная	$C_{шz} = 201{,}6842 \prod_{i=1}^{4} Y_{pi}$; $Y_{p1} = -2{,}10538 + 0{,}01747\, B_ш$; $Y_{p2} = 0{,}74784 + 0{,}00040\, D_ш$; $Y_{p3} = 0{,}0631225 + 0{,}00018329\, P_{z\max}$; $Y_{p4} = 0{,}25407 + 0{,}96191 \frac{p}{p_{\max}}$.	18	6,8
Грузовая диагональная	$C_{шz} = 785{,}95 \prod_{i=1}^{5} Y_{pi}$; $Y_{p1} = 0{,}68765 + 0{,}0010287\, B_ш$; $Y_{p2} = 1 + 0{,}000004\, D_ш$; $Y_{p3} = 0{,}7721584 + 0{,}00000785\, P_{z\max}$; $Y_{p4} = 0{,}46727 + 0{,}6995645 \frac{P_z}{P_{z\max}}$; $Y_{p5} = 0{,}8821875 + 0{,}1422837 \frac{p}{p_{\max}}$.	17	5,4
Грузовая радиальная	$C_{шz} = 839{,}436 \prod_{i=1}^{2} Y_{pi}$; $Y_{p1} = 0{,}284905 + 0{,}0000267347\, P_{z\max}$; $Y_{p2} = 0{,}2854095 + 0{,}776038 \frac{P_z}{P_{z\max}}$.	10	3,5

Входящие в нее параметры Y_{pi} определяются по следующим уравнениям:

$$Y_{p1} = -0{,}55 + 0{,}0088\, B_ш;$$
$$Y_{p2} = -0{,}22 + 0{,}002\, D_ш;$$
$$Y_{p3} = 0{,}441 + 0{,}0001\, P_{z\max};$$
$$Y_{p4} = 0{,}76285 + 0{,}3141 \frac{P_z}{P_{z\max}};$$
$$Y_{p5} = -0{,}104 + 1{,}34 \frac{p}{p_{\max}}.$$

По этому же принципу авторы построили, а затем проанализировали двух-, трех-, четырех- и пятифакторные подобные зависимости для легковых и грузовых радиальных и диагональных шин. При этом приоритеты тех или иных факторов определялись на основании исследования частных зависимостей выходного параметра – радиальной жесткости – от входных параметров. Затем сравнили итоги расчета и эксперимента (см. рисунок).

Результатом всего этого стали расчетные универсальные зависимости для разных шин (табл. 2).

Как видим, число рекомендуемых для использования в расчетах факторов – различно. Причина – неодинаковые конструкции шин. Уменьшение относительных погрешностей при неучете некоторых факторов объясняется, очевидно, дополнительными погрешностями при экспериментальном моделировании малозначимых факторов.

В заключение следует отметить, что эксперименты и расчетные исследования подтвердили три очень важные для практики обстоятельства: упругие свойства шин сходных конструкций определяются их габаритными размерами и характеризуются допустимыми нагрузками на них; изменение нормальной нагрузки на шину в рабочем диапазоне динамических нагрузок увеличивает давление в ней на ~1 %; существует прямая пропорциональная связь давлений в шинах с их деформациями.

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Коллектив запорожских автомобилестроителей ПАО "ЗАЗ" сердечно поздравляет всех рабочих, служащих, инженерно-технических работников и ученых Центра испытаний НАМИ со славным юбилеем – 50-летием.

Юбилей – это не только очередная дата, это очередной этап, повод подвести итоги проделанной работы и поставить перед собой новые долгосрочные задачи.

Наши коллективы связывает давняя дружба. Запорожцы высоко ценят ваш вклад в создание надежных и комфортабельных машин, в том числе всех моделей нашего завода:

малолитражных "Запорожец";
первых переднеприводных автомобилей "Таврия", "Славута";
автомобилей действующего производства "Ланос", "Форза", "Вида";
автобусов "И-ВАН".

Эти годы были наполнены для вас самоотверженным и творческим трудом, неутомимым научным поиском, и вы вправе гордиться результатами проделанного. Дорожные и испытательные сооружения Центра испытаний в совокупности с разработанной на их базе технологией испытаний и исследований представляют собой уникальную систему испытаний автомобильной техники. Вам по плечу решение проблем, связанных и с международной сертификацией, и с деятельностью Ассоциации автомобильных инженеров, и с организацией автомобильных соревнований на самом высоком международном уровне.

От всего сердца желаем Вам новых творческих успехов в труде, в воспитании молодых научных кадров, в творческом созидании на благо технического прогресса.

Пусть дорога к следующему юбилею будет насыщена новыми планами, творческими идеями, хорошими новостями и финансовыми успехами!

Примите искренние пожелания доброго здоровья, личного счастья, благополучия, осуществления планов и уверенного взгляда в будущее.

С уважением и надеждой на дальнейшее плодотворное сотрудничество,

Председатель Правления ПАО "ЗАЗ" С.В. Филипенко

УДК 629.113

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗОН РАЗНОГО ТРЕНИЯ В ПЯТНЕ КОНТАКТА ШИНЫ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Кандидаты техн. наук **Ю.Н. КОЗЛОВ** и **В.И. САЛЬНИКОВ**, **А.А.БАРАШКОВ,** д-р техн. наук **Е.В. БАЛАКИНА**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-17), Волгоградский ГТУ (8442. 24-84-61)

Рассмотрен метод определения взаимоположения нормальной нагрузки колеса и нормальной реакции опорной поверхности относительно центра пятна контакта.

Ключевые слова: *шина, пятно контакта с твердой поверхностью, расположение нормальной и боковой реакций, зоны видов трения.*

Kozlov Yu.N., Salnikov V.I., Barashkov A.A., Balakina E.V.

DETERMINATION OF THE MUTUAL ARRANGEMENT OF DIFFERENT FRICTION ZONES AT THE CONTACT PATH OF A TIRE WITH A SOLID SURFACE

Determination method for mutual arrangement of basic wheel load and basic reaction of the bearing surface in relation to contact patch centre is proposed. Their coupling with static friction and slide zones at the contact patch of non-rigid wheel with a solid bearing surface is described.

Keywords: *tire, contact patch with a solid surface, basic and side reaction arrangement, friction zones types.*

Известно, что в пятне контакта движущегося эластичного колеса с твердой опорной поверхностью наблюдаются зоны трения покоя и трения скольжения, а их расположение (в передней или задней частях пятна относительно направления вектора поступательной скорости оси колеса) и их относительные величины определяют не только режим качения, но и различные явления в пятне: сцепные свойства, увод и колебания управляемых колес. Например, при отсутствии бокового скольжения колеса зона трения скольжения воспринимает продольную нагрузку и реализует часть продольной реакции опорной поверхности, а зона трения покоя воспринимает продольную и боковую нагрузки и реализует как часть продольной, так и всю боковую реакцию пятна контакта. Кроме того, расположение и размеры зон трения определяют положения точек приложения вертикальной и боковой реакций, знание координат которых необходимо при расчетном анализе устойчивости движения, управляемости и тормозной динамики автомобилей, автобусов и других колесных машин, имеющих эластичные колеса. Но, несмотря на это, в литературных источниках приводятся не всегда четкие, а иногда даже противоречивые данные о расположении зон разного трения в пятне контакта при разных условиях нагружения колеса. Поэтому авторы, основываясь на результатах исследований, выполненных в Центре испытаний, предлагают свой подход к решению рассматриваемой проблемы.

Как известно, взаимодействие колеса с опорной поверхностью в пятне контакта характеризуется не только значениями сил и моментов, но и эпюрами нормальных и тангенциальных напряжений. Причем эпюру допустимых касательных напряжений при отсутствии проскальзывания можно определить, используя эпюру нормальных напряжений (формула № 1 в табл. 1). Затем на основании эпюр касательных напряжений, как считают многие исследователи, – сделать вывод о взаимном расположении зон видов трения в пятне контакта.

Однако такой подход, по мнению авторов, нельзя считать корректным, поскольку участок скольжения в пятне контакта зарождается не там, где касательные напряжения максимальны, а там, где они начинают превышать допустимые, т.е. когда соответствуют формуле № 2. Выявить же реальное место скольжения в пятне контакта эластичного колеса с недеформируемым плоским основанием можно только путем сопоставления эпюр нормальных и касательных напряжений.

Рассмотрим, как это делается.

Для аналитического определения эпюр нормальных напряжений необходимо знать положение точки приложения нормальной реакции R_z опорной поверхности относительно центра пятна контакта. И чтобы получить эту информацию, авторы предлагают разделять продольный снос b нормальной реакции опорной поверхности на три составляющие, одна из которых, a, как обычно, характеризует радиальные и тангенциальные гистерезисные потери на качение колеса; вторая, c, – продольное упругое перемещение оси колеса относительно геометрического центра пятна контакта, а третья, e, – упругие угловые деформации шины, вызывающие несимметричность эпюры нормальных напряжений в пятне контакта.

Эти составляющие (вернее, их соотношение), как видно из рис. 1...4, на которых приведены схемы эластичного колеса, движущегося в ведомом (см. рис. 1), ведущем (см. рис. 2), нейтральном (см. рис. 3) и тормозном (см. рис. 4) режимах, если применить принцип суперпозиций, определяют общую величину продольного сноса в нормальной реакции опорной поверхности. На

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$[\tau_i] = f_п \sigma_i$	$[\tau_i]$ – допустимые касательные напряжения в i-й точке контакта колеса с опорной поверхностью; $f_п$ – коэффициент трения покоя в этой точке; σ_i – нормальные напряжения
2	$\tau_i \geq [\tau_i] = f_п \sigma_i$	–
3	$a \approx f_к R_д$	$f_к$ – коэффициент сопротивления качению; $R_д$ – динамический радиус колеса
4	$\dot{a} = a_0 + a_м$	a_0 – продольный снос нормальной реакции, обусловленный гистерезисными потерями при радиальной деформации шины; $a_м$ – то же при тангенциальной деформации
5	$c_{max} = \frac{[P_x]}{C_{ш_x}} \approx \frac{[P_x]}{C_{ш_\beta} / (r_п)^2}$	$[P_x]$ – максимально возможная толкающая сила колеса; $C_{ш_x}$ – коэффициент продольной жесткости шины; $C_{ш_\beta}$ – коэффициент крутильной ее жесткости; $r_п$ – посадочный ее радиус
6	$[P_x] = [P_z]\, \varphi_{max}$	$[P_z]$ – максимально допустимая вертикальная нагрузка на колесо; φ_{max} – максимально возможный коэффициент сцепления шины с сухим асфальтом
7	$e = 0{,}8\, P_{max} - P_{max}\, e_{max}$	–
8	$\lvert b\rvert = \lvert a\rvert + \lvert c\rvert$; $\lvert b\rvert = \lvert a\rvert - \lvert c\rvert + \lvert e\rvert$; $\lvert b\rvert = \lvert a\rvert + \lvert c\rvert + \lvert e\rvert$; $\lvert b\rvert = \lvert e\rvert - \lvert c\rvert - \lvert a\rvert$	Соответственно для ведомого, ведущего, нейтрального и тормозного режимов

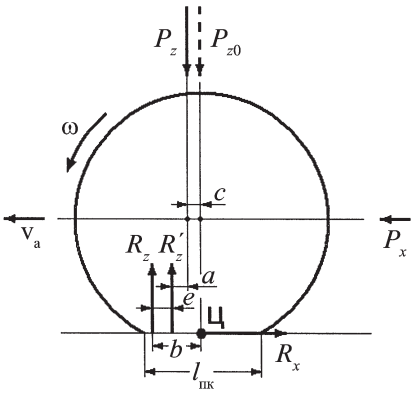


Рис. 1

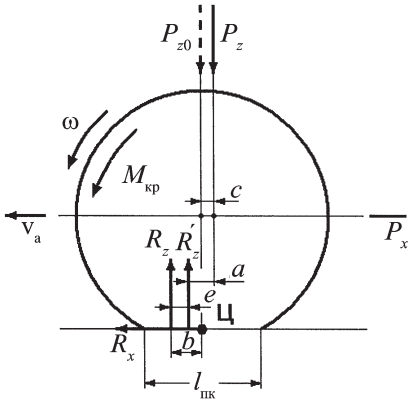


Рис. 2

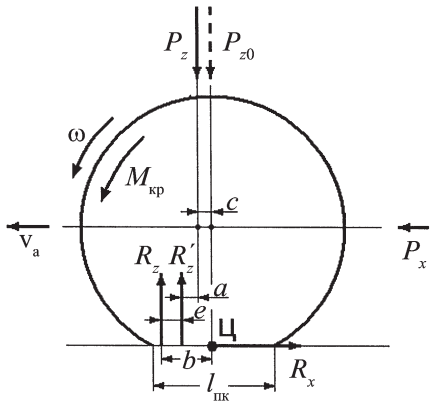


Рис. 3

этих рисунках приняты следующие обозначения, не оговоренные в тексте: ω – угловая скорость колеса; $l_{пк}$ – длина пятна контакта; Ц – геометрический его центр; P_{z_0}, P_z – нормальная нагрузка на колесо; R_z, R'_z – нормальная реакция опорной поверхности; R_x – касательная реакция опорной поверхности; $M_{кр}$ – крутящий момент; $M_т$ – тормозной момент. За положительное направление смещений a, b, c, e – направление, совпадающее с направлением поступательной скорости v_a оси колеса. Что вполне объяснимо.

Так, направление продольного упругого перемещения c оси колеса относительно геометрического центра Ц пятна контакта может быть как положительным, так и отрицательным: все зависит от направления силы P_x, которая перемещает точку приложения нормальной нагрузки из положения P_{z_0} в положение P_z. Продольный снос a нормальной реакции из-за гистерезисных потерь в колесе есть расстояние между линией действия нагрузки P_z и линией текущего положения нормальной реакции R'_z. Его направление всегда положительно, а его величину дает формула № 3. Однако надо иметь в виду, что он бикомпонентен, т.е. соответствует формуле № 4.

Продольный снос e точки приложения нормальной реакции есть расстояние между линией R'_z текущего ее положения и линией R_z ее окончательного положения. Он возникает из-за упругих угловых деформаций шины, вследствие чего эпюры нормальных напряжений в зоне пятна контакта изменяются (делаются несимметричными). Причем, в ведомом, ведущем и нейтральном режимах снос e имеет положительное направление, а в тормозном – отрицательное.

Результаты расчета продольного сноса a нормальной реакции из-за гистерезисных потерь в колесе приведены в табл. 2, продольного упругого перемещения c оси колеса относительно геометрического центра *Ц* пятна контакта – в табл. 3. При этом максимальное значение c, т.е. c_{max}, подсчитывалось по формуле № 5, а значение входящего в эту формулу параметра $[P_x]$ – по формуле № 6. В итоге получилось, что для легковых шин $a_{max} = 5$ и $c_{max} = 5$, для грузовых – 39 и 9 соответственно.

Величина продольного сноса e нормальной реакции определялась экспериментально, на шине мод. 3.25/3.00-8, аналогичной другим шинам не только геометрически, но и по упругим свойствам. Ее подсчитывали по формуле № 7. Результат: при давлении в шине, равном $0{,}8p_{max}$ e = 4,0...6,3 мм. Значения же R_{max} приведены в табл. 4.

Продольный снос b нормальной реакции опорной поверхности от геометрического центра Ц пятна контакта определяли по формуле № 8. Результаты этого определения сведены в табл. 5.

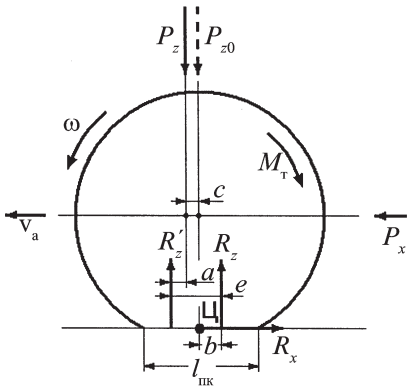


Рис. 4

Анализ рисунков и табл. 5 показывает, что направление продольного сноса b нормальной реакции опорной поверхности от геометрического центра Ц пятна контакта во всех режимах, кроме тормозного, положительно. В тормозном же режиме оно отрицательно (см. рис. 4). При этом максимальная величина нормальной реакции продольного

Таблица 2

Шины	Радиус $R_д$ колеса, мм	Коэффициент $f_к$ сопротивления качению	Продольный снос a нормальной реакции, мм	a_{max}, мм
Легковые	220...350	0,007...0,015	1,54...5,25	5
Грузовые	450...600	0,008...0,06	3,6...36,0	36

Таблица 3

Шины	Посадочный радиус шин $r_п$, мм	Коэффициент крутильной жесткости шин [1, 2] $C_{ш_β}$, Н·м/рад	Коэффициент продольной жесткости шин [1, 2] $C_{ш_x} \approx \frac{C_{ш_β}}{(r_п)^2}$	Максимально возможная толкающая сила, Н	c_{max}, мм
Легковые	152...216	17 200...45 800	745...1100	2800...6050	3...5
Грузовые	254	86 000...200 500	1330...3110	11 600...27 900	8...9

Таблица 4

Шины	Допустимая нормальная нагрузка $[P_z]$ на колесе, кН	e_{max}, мм
Экспериментальная	0,8	6,3
Легковые	3,0...6,5	24...51
Грузовые	12,5...30,0	99...236

Таблица 5

Шины	Продольное упругое перемещение c_{max}, мм	Продольный снос a_{max}, мм	Продольный снос e_{max}, мм	Продольный снос $\lvert b_{max} \rvert$, мм, в режиме			
				свободном	ведущем	нейтральном	тормозном
Легковые	3...5	1,54...5,25	24...51	5...10	21...53	29...61	14...47
Грузовые	8...9	3,6...36,0	99...236	12...45	94...264	111...281	54...224

сноса на порядок превышает другие составляющие, т.е. a_{max} и c_{max}.

Таким образом, исследования подтвердили: выявить расположение зон трения покоя и скольжения в пятне контакта шины с опорной поверхностью, действительно, можно только на основании сопоставления эпюр касательных и нормальных напряжений; для аналитического определения вида эпюр нормальных напряжений необходимо знать расположение нормальной реакции опорной поверхности относительно центра пятна контакта; общая величина продольного сноса b нормальной реакции опорной поверхности от геометрического центра пятна контакта имеет следующие максимальные (по модулю) величины: для легковых шин в свободном режиме качения – 5...10 мм, в ведущем режиме – 21...53 мм, в нейтральном – 29...61 мм и в тормозном – 14...47 мм, а грузовых для шин – соответственно 12...45 мм; 94...264 мм; 111...281 мм и 54...224 мм; при расчетной оценке устойчивости движения, управляемости и тормозной динамики автомобиля следует считать, что реализованная боковая реакция опорной поверхности приложена к геометрическому центру участка пятна с трением покоя, а точка приложения нормальной реакции определяется сносом b от геометрического центра пятна контакта.

Литература

1. Балакина Е.В., Зотов Н.М. Устойчивость движения колесных машин. Волгоград: РПК "Политехник", 2011. – 464 с.
2. Бахмутов С.В. Научные основы параметрической оптимизации автомобиля по критериям управляемости и устойчивости: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2001. – 350 с.
3. Экспериментальные исследования нормальных и касательных напряжений в контакте шины / Е.В. Кленников, В.И. Кнороз, И.П. Петров // Тр. НАМИ Вып. 120. Взаимодействие колеса с опорной поверхностью. М.: Изд-во НАМИ, 1970. С. 78–95.
4. Кравец В.Н., Селифонов В.В. Теория автомобиля: учебник для вузов. М.: ООО "Гринлайт", 2011. – 884 с.
5. Частичное проскальзывание в контакте как один из источников смещения равнодействующей нормальной реакции эластичного колеса / В.В. Московкин, В.А. Петрушов // Тр. НАМИ. Вып. 106. Эластичное колесо в ряду передаточных механизмов. М.: Изд-во НАМИ, 1969. С. 41–51.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-08-00042 "Развитие исследования и моделирования взаимосвязанных явлений в контакте эластичного колеса с твердой опорой в новом представлении").

ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ, ИСПЫТАТЕЛЯМ АВТОМОТОТЕХНИКИ

От администрации Дмитровского района сердечно поздравляю всех рабочих, служащих, инженерно-технических работников и ученых Центра испытаний НАМИ с 50-летием со дня основания.

Высокий профессионализм и большой научно-технический потенциал специалистов Центра, а также сформированная на высоком уровне научно-исследовательская база давно стали востребованными и пользуются заслуженным авторитетом у специалистов, ученых НИИ и вузов не только России, но и стран СНГ и дальнего зарубежья.

В Центре испытаний НАМИ получила путевку в жизнь вся отечественная автомототехника. Центр, по существу, стал объединяющим звеном науки и производства. Его специалистами создана новая технология исследований и испытаний автомототехники, что явилось важным инструментом в становлении и развитии отечественного автомобилестроения. Именно поэтому услугами Центра испытаний в настоящее время пользуется большое число фирм Европы, США, Японии и Южной Кореи; с ним сотрудничают также ведущие профильные зарубежные научно-исследовательские центры, разрабатывая новые методы испытаний, многие из которых стали основой отечественных и международных нормативных документов.

Достигнутый уровень Центра позволил уверенно занять достойное место в ряду ведущих испытательных полигонов, деятельность которых позволяет не только с большой степенью достоверности оценивать технико-эксплуатационные показатели исследуемой автомототехники, но и определять перспективы развития мирового автостроения.

Центр испытаний НАМИ является штаб-квартирой Ассоциации автомобильных инженеров, объединяющей более 60 организаций, представляющих интересы производителей автомототехники, НИИ и вузов, связанных с автомобильной и мотоциклетной индустрией России, Украины, Белоруссии и Узбекистана. На базе Центра регулярно проводятся научно-технические конференции, выставки и презентации, в том числе и международные.

Не одно поколение молодых инженеров-автомобилистов получили первое представление о современных методах испытаний и исследований автомобилей именно на объектах Центра. В настоящее время высококвалифицированные специалисты успешно совмещают свою основную работу с преподавательской деятельностью в филиале Университета машиностроения (МАМИ) в г. Дмитров.

Центр испытаний вносит значительный вклад в решение социальных задач района. Неотъемлемой составляющей его деятельности является благотворительная помощь подшефным организациям поселения Синьковское и неустанная забота о восстановлении монастырей и храмов района.

В День рождения Центра испытаний НАМИ желаю всем его сотрудникам доброго здоровья, семейного благополучия и новых творческих свершений на благо России!

Глава Дмитровского муниципального района
Московской области *В.В. Гаврилов*

УДК 629.113

ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ НАМИ – СОЗДАТЕЛЬ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ФОРСИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Канд. техн. наук **А.И. ЗАРАЙСКИЙ**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-17)

Рассмотрены проблемы использования метода форсированных испытаний АТС.

Ключевые слова: *форсированные испытания, специальные дороги, пробеговые испытания, ресурс.*

Zaraisky A.I.

TEST CENTRE OF NAMI – CREATOR OF THEORY AND PRACTICE OF FORCED TESTING CARS

Problems of use method of forced testing cars are considered.

Keywords: *forced testing, special roads, road tests, resource.*

Во времена СССР на дорогах Автополигона НАМИ ежегодно проходили проверку и доводку до 800 образцов АТС, общий фактический пробег которых превышал 8 млн км. Причем все эти испытания были, как правило, форсированными, базировались на четко отлаженных оригинальных технологиях и методах. Но СССР и вся государственная система испытаний фактически перестала существовать. Доводка новых отечественных АТС на базе Центра испытаний и контроль качества АТС серийных в виде длительных контрольных испытаний оказались невостребованными.

Однако НИЦИАМ уцелел. Его спасла появившаяся в Российской Федерации система сертификации механических транспортных средств и прицепов, основная цель которой – удовлетворение интересов покупателей, законодательных органов, продавцов и производителей продукции или услуг, а основная особенность состоит в том, что всю полноту ответственности за безопасность выпускаемой продукции несет ее производитель, а не государство, как это было ранее. В связи с этим НИЦИАМТ как наиболее развитая из всех исследовательских баз страны стал сразу же заниматься испытаниями, подтверждающими соответствие АТС, выпускаемых заводами отечественной автомобильной промышленности, предъявляемым требованиям безопасности. Более того, в настоящее время он – крупнейший в России центр сертификации механических транспортных средств, запасных частей и принадлежностей, зарегистрированный в ЕЭК ООН в качестве технической службы, аккредитованной Росстандартом в качестве Испытательного центра и Органа по сертификации в системе сертификации РФ и связанный соглашениями о сотрудничестве с сертификационными службами стран-членов СНГ и ЕС.

И это не случайно. На его сооружениях и в лабораториях работают 500 специалистов высочайшей квалификации, а его исследовательская база – одна из лучших в Европе.

Однако деятельность, которой занимаются эти специалисты сейчас, – в подавляющем большинстве своем проведение стандартных в методическом отношении испытаний. При их различных, практических и технологических возможностях Центру просто необходимо иметь в своем активе и другие направления деятельности. И прежде всего – возродить исследовательское направление работ. В частности, вернуться к тому, в чем ему в свое время не было равных – пробеговым испытаниям, которым всегда предшествовали исследования нагруженности наиболее важных элементов основных систем АТС на дорогах полигона и на основе которых с помощью математических методов рассчитывались программы форсированных испытаний.

В этой связи нельзя не упомянуть об одном из основоположников развития теории и практики форсированных испытаний автомобилей – Н.Н. Яценко. Именно он в своей монографии "Форсированные полигонные испытания грузовых автомобилей", рассматривая такие испытания автомобилей как средство ускорения получения необходимых данных для оценки надежности АТС, одним из первых перечислил факторы, определяющие различные физические процессы отказов, возникающих в эксплуатации, и тем самым дал программу развития этого сложнейшего вида испытаний.

В этот признанный всеми специалистами классический перечень вошли восемь групп эксплуатационных повреждений: от усталости материала, которые проявляются в виде трещин, изломов, выкрашивания рабочих поверхностей деталей (группа I); истирания, изнашивания валов, втулок, зубчатых колес и других (исключая резинотехнические изделия) деталей (группа II); повреждения резинотехнических изделий (группа III); нарушения регулировок (группа IV); перетирание элементов конструкции в результате вредных контактов (группа V); прогорания прокладок, газопроводов, трубопроводов и других деталей (группа VI); течи ГСМ и рабочих жидкостей, причинами которых не является повреждение резинотехнических изделий (группа VII); прочие причины, в том числе неустановленные (группа VIII). Их распределение на каждом АТС позволяет выявить его слабые места, а следовательно, принять меры по повышению их надежности. Что хорошо видно из табл. 1, в которой приведены результаты 28 испытаний различных полноприводных АТС, и табл. 2 с результатами, полученными по 69 испытаниям грузовых автомобилей общего назначения, в которых было задействовано 137 образцов различных моделей.

Все перечисленные данные – эксплуатационная статистика. Чтобы ее собрать быстро, и нужны форсированные испытания, т.е. испытания, обеспечивающие ускоренное исчерпание деталями ресурса сопротивления усталости.

Создать это ускорение можно только в условиях полигона: именно здесь можно приложить к деталям увеличенные по сравнению со штатной эксплуатацией переменные нагрузки и частоты этого приложения.

Таким образом, проблема форсирования испытаний автомобилей в основном сводится к проблеме обоснованного и управляемого формирования интенсивных переменных нагрузок на детали при взаимодействии с внешней средой при движении АТС.

Такой подход вполне правомерен. Огромный опыт форсированных и эксплуатационных испытаний, накопленный в НИЦИАМТе, доказал: при длительных и форсированных пробеговых испытаниях одних и тех же моделей наблюдается значительное сов-

Таблица 1

Автомобиль	Распределение повреждений по группам, %							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
УАЗ-469, УАЗ-452	54	15	13	8	1	3	3	3
ГАЗ-63, ГАЗ-66	48	8	25	3	3	2	1	10
ЗИЛ-157, ЗИЛ-131	44	9	22	1	2	1	1	20
"Урал 375"	56	4	17	2	4	9	2	6

Таблица 2

Агрегат	Распределение отказов по группам				
	I	II	III	IV–V	VIII
Сцепление	11	2	3	2	1
Коробка передач	8	3	3	3	1
Карданная передача	20	4	5	2	1
Ведущий мост	16	4	7	3	2
Всего по трансмиссии	55	13	17	10	5

Таблица 3

Дорога, режим движения	Значения показателя накопления усталостного повреждения для		
	несущей системы	рессоры	полуоси
Скоростная	0,016	0,035	0,0062
"Бельгийская" мостовая	2,260	2,025	1,850
Горная	0,039	0,053	1,680
Булыжная ровного замощения	0,565	0,718	0,581
Булыжная профилированная	1	1	1
Трек для двухосных автомобилей	23,350	3,075	15,400
Трек для трехосных автомобилей	15,800	5,675	10,710
Режим "разгон–торможение"	0,005	0,030	2,900
Подъемы 6...10 %	0,026	0,050	0,800
Грунт "удовлетворительный"	0,26	0,23	0,15
Грунт "разбитый"	0,4	0,4	1,3
Грунт "тяжелый"	0,9	0,9	2,0

падение числа и характера отказов и повреждений одноименных конструкций АТС.

Очень важно и то, что для планирования испытаний деталей АТС требуется, в отличие от расчетного прогнозирования их долговечности, в основном не абсолютная, а сравнительная оценка повреждающего воздействия разных процессов изменения напряжений, формируемых на различных дорогах. Потому что в такой формулировке влияние на искомое решение многих неопределенных, трудно оцениваемых факторов и ограничений ослабляется, поскольку сравнительная оценка повреждающего воздействия разных режимов относится к одной детали, работающей в неизменном взаимодействии с сопряженными элементами конструкции, в составе неизменной колебательной системы. Другими словам, ошибки в оценке повреждающего воздействия различных режимов нагружения – воздействия одного и того же направления, и значит, их влияние на результат сравнения, очевидно, будет значительно меньше, чем на результат оценки абсолютной долговечности.

Основываясь на приведенных выше соображениях Н.Н. Яценко и его последователей [1, 2] и применив способ сопоставления нагрузочных режимов, специалисты Центра разработали новый способ сопоставления нагрузочных режимов, программ, руководящих технических материалов.

Суть данного способа – сопоставление режимов нагружения по показателям темпов накопления усталостного повреждения, главное достоинство – возможность получения точных результатов при сильно перемешанном процессе смены амплитуд циклов переменного напряжения, когда гипотеза линейного суммирования воздействий каждого цикла представляется наиболее приемлемой. При этом пробеги по специальным испытательным дорогам до одинакового накопленного повреждения оказываются обратно пропорциональными показателям накопления усталостного повреждения в соответствующих им нагрузочных режимах. Согласно таким представлениям, сопоставимый показатель F накопления усталостного повреждения рассчитывается по следующей формуле:

$$F = \sum_{i=1}^{i=r} |n_i \ \sigma_{\mathrm{a}i}^m|,$$

где $\sigma_{\mathrm{a}i}^m$ – амплитуда циклов, схематизированного процесса i-го уровня; n_i – число циклов с амплитудами i-го уровня в рассматри-

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Коллектив открытого акционерного Московского общества "Завод имени И.А. Лихачева" сердечно поздравляет своих друзей, большой и дружный коллектив Центра испытаний НАМИ, с 50-летием со дня основания!

В далеком 1964 году, с первого дня основания Автополигона НАМИ, зародилась дружба коллективов Московского автозавода им. И.А. Лихачева и Автополигона. С тех пор вместе пройдено немало километров испытательных пробегов, лабораторных работ, сертификационных испытаний и в день Вашего юбилея рабочие, водители, инженеры, руководители подразделений открытого акционерного Московского общества "Завод имени И.А. Лихачева" поздравляет работников Центра испытаний НАМИ и все автомобильное сообщество с 50-летием!

Трудно переоценить результаты Вашего труда за эти годы! Прекрасно оснащенные лаборатории, комплекс специальных дорог и самое главное это люди, настоящие профессионалы, патриоты своего дела, своей страны. Все это позволяет Вам в настоящее время решать любые задачи, связанные с созданием и испытаниями современных образцов автомобильной техники!

С праздником Вас!

Главный конструктор АМО ЗИЛ
Начальник УКЭР *Е.Л. Рыбин*

Таблица 4

Дорога	Скорость движения, км/ч	Передача в коробке передач
Булыжная ровная	35...38	IV
Булыжная профилированная	18...20	III
"Бельгийская мостовая"	30, 40, 20	II–IV
Асфальтобетонная	50...55	IV
Горная	30...35	III–IV
Грунтовая проселочная	18...20	II–III
Песчаная	8...10	I–II

Таблица 5

Дорога и регламентированная скорость движения по ней	Показатель накопленного усталостного повреждения оси от напряжений кручения в ней	Коэффициент $K_э$
Скоростная, v_a = 50...55 км/ч	$0{,}43\times10^{14}$	1,00
Булыжная ровная, v_a = 35...38 км/ч	$1{,}0\times10^{14}$	2,30
Булыжная профилированная, v_a = 18...20 км/ч	$3{,}8\times10^{14}$	8,80
"Бельгийская мостовая" v_a = 20, 40, 20 км/ч	$2{,}65\times10^{14}$	6,16
Подъемы 8...10 %, v_a = var	$3{,}5\times10^{14}$	8,14
Разбитая грунтовая, v_a = 18...20 км/ч	$19{,}3\times10^{14}$	44,80

ваемом процессе; m – показатель наклона левой ветви кривой усталости данной детали (или материала), построенной в двойных логарифмических координатах; r – число уровней амплитуд циклов в рассматриваемом процессе переменного напряжения.

В качестве примера в табл. 3 приведены результаты исследований основных элементов конструкции полноприводного трехосного автомобиля на специальных (профилированный булыжник) дорогах автополигона. Они могут быть использованы для расчета программы форсированных испытаний данного автомобиля.

Но метод позволяет исследовать и отдельный элемент конструкции АТС. Например, на специальных дорогах была испытана полуось полноприводного автомобиля N2G. Типы этих дорог и режимы движения по ним приведены в табл. 4, а результаты испытаний – в табл. 5. Причем последние даются для наглядности в виде изменения коэффициентов $K_э$ эквивалентности пробега, которые подсчитаны относительно скоростной дороги, оказывающей наименьшее нагружающее воздействие на исследуемый объект.

Представленные в таблице данные являются основой для расчета программы форсированных (например, ресурсных) испытаний уже не всего АТС, а лишь его полуосей на испытательных дорогах автополигона в условиях нагружения, эквивалентных условиям эксплуатации. Причем форсированный пробег будет значительно короче как по километражу, так и по продолжительности во времени.

Преимущество форсированных ресурсных испытаний отдельных элементов конструкции автомобилей на специальных дорогах доказано их результатами. Один лишь пример: для проверки ресурса рам грузовых автомобилей (производитель установил его ресурс, равный 150...200 тыс. км) достаточно выполнить пробег 15...20 тыс. км по специальной дороге автополигона – треку со сменными неровностями.

В комплексе опытно-конструкторских работ автозаводов по повышению надежности и качества агрегата и системы автомобиля наиболее ответственное и решающее место занимают многие виды испытаний, но особенно – доводочные: без них не решить задачи подготовки к производству конструкций, гарантированно обладающих заданной долговечностью. Поэтому для них ускоренные и форсированные пробеговые испытания на специальных дорогах – актуальнейшая из проблем, в связи с чем их руководители все чаще прибегают к услугам Центра испытаний НАМИ. Но чтобы удовлетворить их запросы, необходимо, повторяем, возобновить исследования нагруженности автомобилей на специальных дорогах Центра. Потому что использовать старые материалы – не совсем корректно, так как за прошедшее время изменилась конструкция автомобилей, микропрофиль специальных испытательных дорог и т.д. При этом открывается возможность проведения форсированных испытаний не только полнокомплектных автомобилей, но и, как это было во времена СССР, отдельных элементов их конструкции.

Литература

1. Яценко Н.Н. Колебания, прочность, форсированные испытания грузовых автомобилей. М.: Машиностроение, 1984.
2. Безверхий С.Ф., Яценко Н.Н. Основы технологии полигонных испытаний и сертификация автомобилей. М.: Изд-во стандартов, 1996.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Коллектив государственного предприятия "Минский автомобильный завод" производственного объединения "БелавтоМАЗ" тепло и сердечно поздравляет Центр испытаний НАМИ со славным 50-летием.

Самоотверженным трудом коллектива создан на современном уровне комплекс дорог и сооружений с хорошо оснащенными лабораториями.

За эти годы проведена огромная научно-методическая работа, выразившаяся в десятках РД, ОСТах, ГОСТах, публикациях в различных изданиях, которые являются важнейшим информационным источником и для специалистов нашего завода, а также руководством при организации работ по испытаниям и доводке АТС.

В настоящее время мы поддерживаем самое тесное сотрудничество по обеспечению сертификации нашей продукции и доводке конструкции с целью удовлетворения существующих и перспективных международных требований и норм.

В торжественный день 50-летнего юбилея выражаем твердую уверенность, что коллектив Центра испытаний НАМИ будет оставаться на долгие годы флагманом по научно-техническим проблемам в автомобилестроении на всем постсоветском пространстве.

Передаем Вам наши искренние пожелания крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов.

УДК 621.43.019.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ НЕНОРМИРУЕМЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДВИГАТЕЛЯМИ АТС. РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Канд. техн. наук **И.К. СЕМЕНИХИНА, З.Ю. БУЛЫЧЕВА, Ю.И. КУНИН, В.А. Вижинский, П.П. ВУЛЫХ**
Центр испытаний НАМИ, НИИАТ

Приведены результаты сравнения расчетных и экспериментальных исследований выбросов ненормируемых загрязняющих веществ двигателями АТС.

Ключевые слова: *метод, эксперимент, ароматические (АУ), алифатические насыщенные (ПУ), олефиновые ненасыщенные (НПУ) углеводороды.*

Semenikhina I.K., Bulycheva Z.Yu., Kunin Yu.I., Vizshinski V.A., Vulykh P.P.

DETERMINATION OF NONNORMABLE MOTOR VEHICLES EMISSIONS. CALCULATION AND EXPERIMENT

The results of study on nonnormable motor vehicles emissions are described.

Keywords: *method, experiment, aromatic hydrocarbons, aliphatic saturated hydrocarbons, olefinic unsaturated hydrocarbons.*

В ОАО "НИИАТ" разрабатывается актуализированная версия методики расчетной оценки количества нормируемых и ненормируемых загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду автотранспортом [1]. По основным методологическим подходам и исходным базам данных она гармонизирована с европейской методикой EMER/CORINAIR и реализующей ее программой-методикой COPERT 4 (версия 9.1) и так же, как они, учитывающей такие существенные факторы, влияющие на выбросы загрязняющих веществ, как структура парка АТС по технико-эксплуатационным и экологическим характеристикам, качество (экологический класс) потребляемого ими топлива, режимы движения транспортных потоков, климатические условия.

Однако для того, чтобы признать ее пригодность для практического применения, необходимо сравнить получаемые с ее помощью расчетные данные с результатами эксперимента.

Цели настоящего исследования: качественная и количественная оценка состава ненормируемых загрязняющих веществ в отработавших газах автомобиля, влияния класса бензиновых топлив, режима испытаний (городской, загородный циклы Правил № 83-06 ЕЭК ООН) на качественный углеводородный состав отработавших газов автомобилей; сравнение экспериментальных данных по определению ненормируемых загрязняющих веществ в отработавших газах автомобиля с бензиновым двигателем, полученных при испытаниях по Правилам № 83-06 ЕЭК ООН, с их табличными значениями, рассчитанными по Методике НИИАТ.

Испытания были проведены на автомобиле LADA 2172 5-го экологического класса с двигателем рабочим объемом 1,6 л, оснащенным встроенным в выпускной коллектор каталитическим нейтрализатором.

Автомобиль испытывали на бензине трех видов: эталонном класса 4 (п. 3 прил. 10 Правил № 83-05, РФ-04-03 ЕЭК ООН), эталонном класса 5 с добавкой этанола (п. 1.1 прил. 10 Правил № 83-05, РФ-02-08 ЕЭК ООН) и товарном бензине класса 3 (ТУ 38.401-58-171–96).

Эксперименты проводились с помощью стандартного оборудования на стенде с беговыми барабанами СД-60 "Фруд"; испытательный цикл был смешанным (Правила № 83-06 ЕЭК ООН) с раздельным измерением вредных выбросов в городском и загородном циклах, для отбора проб отработавших газов использовалась камера CVS-LD-30 AVL с эластичной емкостью.

Количественные измерения содержания предельных и непредельных углеводородов в пробах выполнялись методом газовой хроматографии с использованием газового хроматографа "Кристалл 2000М" с пламенно-ионизационным детектором, капиллярными колонками в режиме программирования температуры. Для анализа алифатических предельных углеводородов насыщенного ряда (CH_4–C_7H_{16}) и непредельных олефиновых углеводородов (от C_2H_4 до C_5H_{10}) использовали капиллярную колонку HP-AI/S 30 м × 0,53 мм × 15 μ*k*. При этом качественная их идентификация осуществлялась сравнением с аттестованной смесью, включающей 11 соединений предельных и непредельных углеводородов – от метана до гексана, а количественная – методом абсолютной градуировки, градуировочные кривые строились по этим же углеводородам с аттестованным значением концентраций. Для анализа ароматических углеводородов (бензол–псевдокумол) использовали капиллярную колонку (Varian) CP WAX 52CB 60 м × 0,53 мм, DF = 1,0 UM. Качественную идентификацию проводили с помощью самостоятельно составленной смеси, включающей ароматические углеводороды – от бензола до псевдокумола, количественные же измерения выполняли методом внешнего стандарта, используя в качестве градуировочной смеси толуола в азоте с концентрацией 21,6 млн$^{-1}$; градуировочные коэффициенты определялись по толуолу и составили: бензол – 0,89; толуол – 1,0; о-ксилол – 1,3; м-ксилол – 1,12; п-ксилол – 1,12; этилбензол – 1,3; 1,2,3-триметилбензол – 1,28; 1,2,4-триметилбензол – 1,23; 1,3,5-триметилбензол – 1,13 и стирол – 1,15.

Эксперименты проводились на двух ездовых циклах – городском и загородном. Средняя скорость движения в первом случае составляла 19 км/ч, во втором – 62,6 км/ч. В методике ОАО "НИИАТ" таким скоростям в городском цикле соответствуют дороги I–II категорий, дороги III–IV категорий – в загородном цикле.

Результаты расчетного (по методике ОАО "НИИАТ") определения ненормируемых загрязняющих веществ в составе отработавших газов двигателя приведены в табл. 1. И поскольку топливо № 3 (товарный бензин) не соответствует пятому экологическому классу тестируемого автомобиля, то эти значения взяты с учетом поправочных коэффициентов на его качество.

Параметры хроматограммы разделения искусственной смеси ароматических углеводородов (от бензола до псевдокумола) и содержания ароматических углеводородов в пробе отработавших газов автомобиля, работающего на топливе № 3, приведены в табл. 2, а параметры типичной хроматограммы состава алифатических насыщенных предельных (метан, пропан, этан, и-бутан, н-бутан, изо-пентан, н-пентан, гексан, гептан) и олефиновых ненасыщенных (этилен, пропилен, изо-бутилен, 1,3-бутадион, транс-цис-2-бутен, 1-пен-

Таблица 1

Время, мин	Определяемые ароматические углеводороды (АУ)	Площадь идентифицированных пиков АУ, см^2	Высота пика АУ, см	Концентрация ароматического углеводорода, мг/м^3
8,324	Бензол	1,368	0,292	0,055
11,920	Толуол	6,145	1,312	0,139
15,271	п-ксилол	0,782	0,106	0,040
15,549	м-ксилол	0,458	0,052	0,023
17,149	о-ксилол	0,477	0,056	0,028
19,274	Мезителен	0,300	0,046	0,015
19,651	Стирол	0,397	0,058	0,023
20,502	Псевдокумол	1,306	0,105	0,073

Таблица 2

Время, мин	Компонент	Группа	Площадь пика, см^2	Высота пика, см	Концентрация углеводородов ПУ и НПУ, мг/м^3
1,262	Метан	Алифат	27,643	6,506	3,843
1,442	Этан		1,532	0,284	0,121
1,772	Этилен	Олефин	2,230	0,511	0,176
2,341	Пропан	Алифат	0,798	0,174	0,057
4,494	Пропилен	Олефин	0,950	0,247	0,065
5,272	И-бутан	Алифат	2,716	0,685	0,191
5,774	Н-бутан		6,932	1,872	0,536
6,807	Ацетилен	Олефин	0,934	0,073	0,019
10,350	И-бутилен		1,020	0,252	0,054
10,736	Цис-2-бутен		1,056	0,186	0,019
11,124	И-пентан	Алифат	8,076	1,946	0,368
11,823	И-пентан	Олефин	3,736	0,846	0,153
14,061	2,2-диметилбутан	Алифат	1,152	0,109	0,017
16,549	1,3-бутадиен		1,467	0,190	0,064
17,356	1-пентен	Олефин	2,734	0,334	0,020
18,213	Н-гексан	Алифат	1,903	0,329	0,020
23,405	Н-гептан		0,997	0,338	0,003

Таблица 3

Группа	Площадь пика, см^2	Высота пика, см	Концентрация ПУ и НПУ, мг/м^3	Число компонентов
Алифат	53,216	12,433	5,219	10
Олефин	12,660	2,449	0,506	7

тен) углеводородов – в табл. 3. Наконец, в табл. 4 приведены расчетные и экспериментальные значения пробеговых выбросов ароматических углеводородов при испытании на эталонных бензинах № 2 и № 3.

Из последней таблицы следует, что средняя величина пробегового выброса бензола, полученная в экспериментах с различными топливами для городского цикла, составила 0,0028 г/км, а расчетная – 0,0017... 0,0041 г/км, те же величины для загородного цикла оказались равными 0,00065 и 0,00056... 0,0012 г/км соответственно. То есть схождение результатов эксперимента и расчета по методике ОАО "НИИАТ" можно считать вполне удовлетворительным.

То же самое и по толуолу: хотя средние значения экспериментальных пробеговых выбросов и ниже, чем рассчитанные по методике, но эта разница невелика: для городского цикла это 0,0023 и 0,0033...0,0082 г/км, для загородного – 0,00078 и 0,0011...0,0023 г/км, т.е. диапазоны изменения параметров частично перекрываются.

Значения экспериментальных и расчетных выбросов сумм изомеров (о-, м-, п-)-ксилолов для городского ездового цикла практически одинаковы: в экспериментах – 0,0026, в расчетах 0,0023...0,0057 г/км, но для загородного цикла экспериментальные данные выше расчетных (0,0025 против 0,00077...0,0016 г/км), т.е. нижний предел диапазона экспериментальных данных практически совпадает с верхним пределом расчетного диапазона. Более того, в ряде проб ксилолы находятся

Таблица 4

Испытательный цикл	Топливо	Условия определения	Вредный выброс	Количество вредного выброса, г/км		
				минимальное	максимальное	среднее
Городской	Бензин № 2	Расчет	Бензол	0,00170	0,00390	–
			Толуол	0,00330	0,00770	–
			Ксилолы	0,00230	0,00540	–
			Стирол	0,00030	0,00071	–
		Стенд	Бензол	0,00120	0,00190	0,00460
			Толуол	0,00084	0,00290	0,00190
			Ксилолы	0,00210	0,00380	0,00280
			Стиролы	0,00031	0,00196	0,00092
	Бензин № 3	Расчет	Бензол	0,00180	0,0041	–
			Толуол	0,00330	0,00077	–
			Ксилолы	0,00230	0,00540	–
			Стирол	0,00030	0,00071	–
		Стенд	Бензол	0,00120	0,00530	0,00400
			Толуол	0,00110	0,00500	0,00280
			Ксилолы	0,00170	0,0030	0,00250
			Стирол	0,00140	0,00190	0,00170

Окончание табл. 4

Испытательный цикл	Топливо	Условия определения	Вредный выброс	Количество вредного выброса, г/км		
				минимальное	максимальное	среднее
Загородный	Бензин № 2	Расчет	Бензол	0,00056	0,00140	–
			Толуол	0,00110	0,00220	–
			Ксилолы	0,00077	0,00150	–
			Стирол	0,00010	0,00020	–
		Стенд	Бензол	0,00038	0,00055	0,00045
			Толуол	0,00040	0,00065	0,00077
			Ксилолы	0,00210	0,00380	0,00250
			Стирол	0,00090	0,00110	0,00043
	Бензин № 3	Расчет	Бензол	0,00180	0,00410	–
			Толуол	0,00350	0,00820	–
			Ксилолы	0,00240	0,00370	–
			Стирол	0,00032	0,00076	–
		Стенд	Бензол	0,00033	0,00065	0,00048
			Толуол	0,00059	0,00130	0,00079
			Ксилолы	0,00170	0,00330	0,00520
			Стирол	0,00021	0,00064	0,00034

на пределе разрешающей способности метода. Поэтому погрешность определения суммы ксилолов очень большая. Это означает, что применять методику ОАО "НИИАТ" надо с осторожностью – главным образом для качественной оценки.

Что же касается стирола в выбросах отработавших газов, то экспериментальные данные по нему при испытаниях на топливе № 3 расходятся довольно сильно. И даже средние значения его экспериментальных пробеговых выбросов как в городском, так и в загородном ездовых циклах оказываются больше расчетных выбросов. Однако диапазоны экспериментальных данных, как и в случае толуола, перекрываются соответствующими расчетными данными: городской цикл – 0,00031...0,0019 и 0,0003...0,00076 г/км; загородный – 0,00009...0,00064 и 0,0001...0,00021 г/км.

Таким образом, соответствие между экспериментальными и расчетными данными и данными по стиролу тоже можно признать удовлетворительным.

Общий же вывод сводится к следующему: величины пробеговых выбросов ароматических углеводородов легковыми автомобилями высокого экологического класса, рассчитанные по методике ОАО "НИИАТ", очень близки к данным экспериментов, выполненных в Центре испытаний НАМИ.

Как известно, в соответствии с Правилами № 83 ЕЭК ООН в отработавших газах автомобилей определяется общее содержание углеводородов. В настоящей работе выполнена расшифровка качественного углеводородного состава проб отработавших газов.

Достаточно большая выборка проведенных анализов ($n = 24$) позволила установить, что состав углеводородов предельного и непредельного рядов во всех пробах одинаков по качественному составу и включает в себя нормальные углеводороды от метана до гептана. В табл. 5 приведены количественные значения предельных и непредельных углеводородов (ПУ и НПУ), рассчитанные на обоих режимах испытаний с использованием топлив различного состава, из которой следует, что углеводородный состав топлива мало влияет на углеводородный состав отработавших газов двигателя.

Так, при сгорании топлива, в которое добавлен этанол (топливо № 2), состав отработавших газов практически не отличался от состава при использовании нор-

Таблица 5

Режим испытаний	Топливо, класс	Сумма ПУ, мг/м^3	Сумма НПУ, мг/м^3	Содержание ПУ и НПУ, мг/м^3					
				метан	этан	этилен	н-бутан	и-бутилен	и-пентан
Городской	№ 1, класс 4	4,13	0,44	3,20	0,008	0,150	0,360	0,050	0,260
Загородный		5,22	0,51	3,80	0,120	0,180	0,540	0,060	0,370
Городской	№ 2, класс 5	4,80	0,57	2,80	0,006	0,190	1,070	0,060	0,440
Загородный		5,11	0,46	3,30	0,100	0,130	0,940	0,050	0,440
Городской	№ 3, класс 3	4,87	0,57	3,70	0,060	0,120	0,340	0,020	0,260
Загородный		4,54	0,34	3,70	0,070	0,120	0,310	0,010	0,240

мальных бензинов (топлива № 1 и № 3). И второе: при испытаниях на более интенсивном загородном режиме содержание ПУ и НПУ в отработавших газах всегда превышает их содержание при работе в городском режиме.

Из сказанного выше можно сделать следующие выводы.

1. Величины пробеговых выбросов ненормируемых загрязняющих веществ двигателями легковых автомобилей высокого экологического класса, рассчитанные по методике ОАО "НИИАТ", статистически достоверно подтверждаются результатами стендовых экспериментов, проведенных специалистами Центра испытаний НАМИ по Правилам № 83 ЕЭК ООН.

2. Углеводородный состав этих веществ широк и включает углеводороды нормального строения (метан-гептан), олефиновые (этилен-пентен) и ароматические (бензол-псевдокумол) углеводороды.

3. Содержание бензола и толуола в отработавших газах данных двигателей в несколько раз превышает содержание ароматических углеводородов с метильными и этильными группами (этилбензола, ксилолов, псевдокумола, стирола).

4. Класс топлива и его углеводородный состав практически не влияет на качественный состав ПУ и НПУ в отработавших газах двигателя.

Литература

1. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. М.: ОАО "НИИАТ", 2012.

Поздравляем коллектив Центра испытаний НАМИ с 50-летним юбилеем!

На сегодняшний день Центр испытаний является основным Российским научно-исследовательским комплексом с высокоразвитой инфраструктурой и современной материально-технической базой.

Официальное начало деятельности Центра началось в 1964 году и определено приказом № 123 от 23 июля 1964 года председателя Госкомитета автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения при Госплане СССР Н.И. Строкина "О создании филиала НАМИ – Центрального научно-исследовательского полигона". За полувековую историю своего существования Автополигон стал ведущим в России и получившим международное признание центром испытаний и сертификации транспортных средств. Проведение сложных испытаний обеспечивается дорожным комплексом, который включает в себя: скоростную и грунтовую дороги; мощеную дорогу с ровным и профилированным замощением; динамометрическую дорогу; "бельгийскую мостовую", "короткие волны"; "шумосоздающую" дорогу, "выбитый булыжник"; "трек со сменными неровностями"; подъемы 4, 6 и 8 %; подъем 10 %; весы на 50 т; горная дорога; подъемы 30, 40, 50 и 60 %; участок тяжелой грунтовой дороги; пылевую камеру; мелкий и глубокий бассейны; грязевую ванну; комплекс пассивной безопасности; дорожно-бункерный комплекс; лабораторный комплекс и камеру коррозионных испытаний; песчаный испытательный участок; щебеночную дорогу для коррозионных испытаний; исследовательскую лабораторию с аэродинамической трубой для натурных испытаний автомобилей и автобусов.

Центр испытаний НАМИ – один из крупнейших в Европе, единственный в странах СНГ полнопрофильный исследовательский и испытательный центр, способный решать большинство проблем автомобилестроения. За долгие годы его сотрудники взаимодействовали с ведущими предприятиями автомобильной промышленности и высшими учебными заведениями, всегда демонстрируют высокие профессиональные качества и творческий, инновационный подход к решению научно-технических вопросов. Результаты теоретических и экспериментальных работ положены в основу многих руководящих технических материалов, методических указаний и типовых расчетных методов.

Войдя в науку и технику как филиал НАМИ для дорожных испытаний, Центр стал самостоятельным и самодостаточным, во многом уникальным научным комплексом. Желаем всему коллективу здоровья, счастья, благополучия, новых открытий и совершения творческих замыслов.

Коллектив кафедры "Автомобили и двигатели"
Московского государственного индустриального университета

УДК 629.03.027.5-045.37

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ АБС И СЦЕПНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОШИПОВАННЫХ ШИН НА ЛЬДУ

Кандидаты техн. наук **В.Н. ЗАДВОРНОВ** и **С.Р. КРИСТАЛЬНЫЙ**, **А.А. БАРАШКОВ, Н.В. ПОПОВ, В.А. ФОМИЧЕВ**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-07), МАДИ (ГТУ)

Рассматривается метод определения зависимости коэффициента сцепления от скольжения для зимних ошипованной и неошипованной шин на льду.

Ключевые слова: *ошипованные шины, реализуемая сила сцепления АБС, лед, коэффициент сцепления колес, скольжение колес.*

Zadvornov V.N., Kristalnyy S.R., Barashkov A.A., Popov N.V., Fomichev V.A.

DEFINITION OF ABS EFFICIENCY AND ADHERENCE PERFORMANCE OF STUDDED TIRES OVER ICE

The definition method of adhesion coefficient dependence on the wheel slip for studded and nonstudded snow tires is described.

Keywords: *studded tires, ABS adhesion performable force, ice, tire adhesion coefficient, wheel slip.*

Для оценки эффективности АБС на дорогах с низким сцеплением используются испытательные участки с такими искусственными покрытиями, как базальтовая и керамическая плитка, нержавеющая сталь. При смачивании водой эти участки обладают достаточно низкими и стабильными сцепными свойствами и позволяют проводить испытания при положительных температурах окружающей среды. Работа шипов на названных выше твердых искусственных покрытиях по вполне понятным причинам интереса не представляет, а естественные покрытия не дают стабильных результатов из-за разрушения покрытия шипами.

В связи с изложенным, специалисты Центра испытаний и кафедры "Автомобили" МАДИ (ГТУ) провели специальные исследования, в ходе которых определялась эффективность действия АБС легкового автомобиля с ошипованными и неошипованными шинами при торможении на льду.

Испытания проводились на двух комплектах аналогичных по конструкции и размерности 185/70 R14 92T шин – зимних мод. IceGUARD Stud IG35, изготовленных японской фирмой "Юньхима", в первом из которых каждая шина имела 120 шипов, а во втором – без шипов.

Методика определения коэффициента реализуемой силы сцепления ε, как того требуют Правила № 13-Н ЕЭК ООН, включала три торможения на льду: с начальной скорости 55 км/ч с включенной АБС (для определения коэффициента торможения Z_{AL}) и серию торможений с начальной скорости 50 км/ч с выключенной АБС (с постепенным увеличением давления в тормозном трубопроводе) – передней осью (для определения коэффициента k_f сцепления передней оси) и задней осью (для определения коэффициента k_r сцепления задней оси). Все заезды выполнялись на прямолинейном горизонтальном участке с ледяным покрытием. Стабильность результатов обеспечивалась соблюдением тождественности условий проведения испытаний: температуры окружающей среды и льда (от заезда к заезду она отличалась не более чем на 0,5 К), состояния льда и атмосферных условий. Масса и геометрические параметры объекта испытаний, естественно, были постоянными (табл. 1), как и давление p_w воздуха в шинах – 220 кПа (2,2 кгс/см^2).

В соответствии с предписаниями названных выше Правил коэффициент реализуемой силы сцепления ε определяется отношением максимального коэффициента торможения Z_{AL} при включенной АБС к коэффициенту сцепления K_M, т.е. по формуле № 1 (табл. 2). При этом входящий в нее коэффициент K_M определялся как средневзвешенное коэффициентов сцепления колес передней (k_f) и задней (k_r) осей, рассчитанных по формулам № 2 и 3 соответственно.

Записи параметров торможения автомобиля, полученных при проведении испытаний по определению коэффициентов Z_{AL}, k_f, k_r, приведены на рис. 1–3. На них представлены окружные скорости $v_к$ каждого колеса, его скорость $v_а$ по "пятому колесу" и усилие $P_{пед}$ педали тормоза, а также графики изменения относительного скольжения S затормаживаемых колес, подсчитанного по формуле № 4.

Значения коэффициентов сцепления k_f и k_r и коэффициентов торможения автомобиля Z_m с выключенной и включенной АБС приведены в табл. 3.

Анализ заездов для определения коэффициентов k_f и k_r (см. рис. 2, 3) показал, что при торможении на льду усилия, прилагаемые к тормозной педали, требуются очень небольшие. Данное обстоятельство значительно затрудняет дозирование этого усилия водителем-испытателем при выполнении заездов с выключенной АБС, что приводит к частой выбраковке заездов и трудоемкости определения коэффициентов торможения Z_m.

Согласно Правилам № 13-Н, этот коэффициент должен определяться заданным значением промежутка вре-

Таблица 1

Параметр	Значение параметра
Температура воздуха, К (°С):	
воздуха	262,8...263,3 (–10,2...–9,7)
льда	265,4...265,9 (–7,6...–6,1)
Состояние:	
льда	Гладкий, чистый
атмосферы	Осадков нет, солнечно
Масса, кг:	
приходящаяся на переднюю ось автомобиля	822
приходящаяся на заднюю ось автомобиля	551
общая	1373
База автомобиля, мм	2615
Высота центра масс автомобиля, мм	545

Таблица 2

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\varepsilon = \dfrac{Z_{AL}}{K_M}$	K_M – коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием
2	$k_f = \dfrac{Z_m P g - 0{,}01 F_1}{F_1 + \dfrac{Z_m P g h}{E}}$	Z_m – среднее значение коэффициента торможения; P – масса автомобиля; g – ускорение свободного падения; F_1 – нормальная статическая реакция опорной поверхности на передней оси автомобиля; h – высота центра его масс; E – база автомобиля
3	$k_r = \dfrac{Z_m P g - 0{,}015 F_2}{F_2 - \dfrac{Z_m P g h}{E}}$	F_2 – нормальная статическая реакция опорной поверхности на задней оси автомобиля
4	$S = \dfrac{v_а - v_к}{v_а}$	$v_а$ – скорость автомобиля; $v_к$ – окружная скорость колеса автомобиля
5	$Z_m = \dfrac{0{,}566}{\tau_m}$	При условии, что $v_{а1}$ = 40 км/ч, $v_{а2}$ = 20 км/ч
6	$Z = \dfrac{0{,}0283\,(v_{а2} - v_{а1})}{\tau_m}$	$v_{а1}$, $v_{а2}$ – скорость автомобиля в начале и конце исследуемого участка; τ_m – продолжительность прохождения этого участка

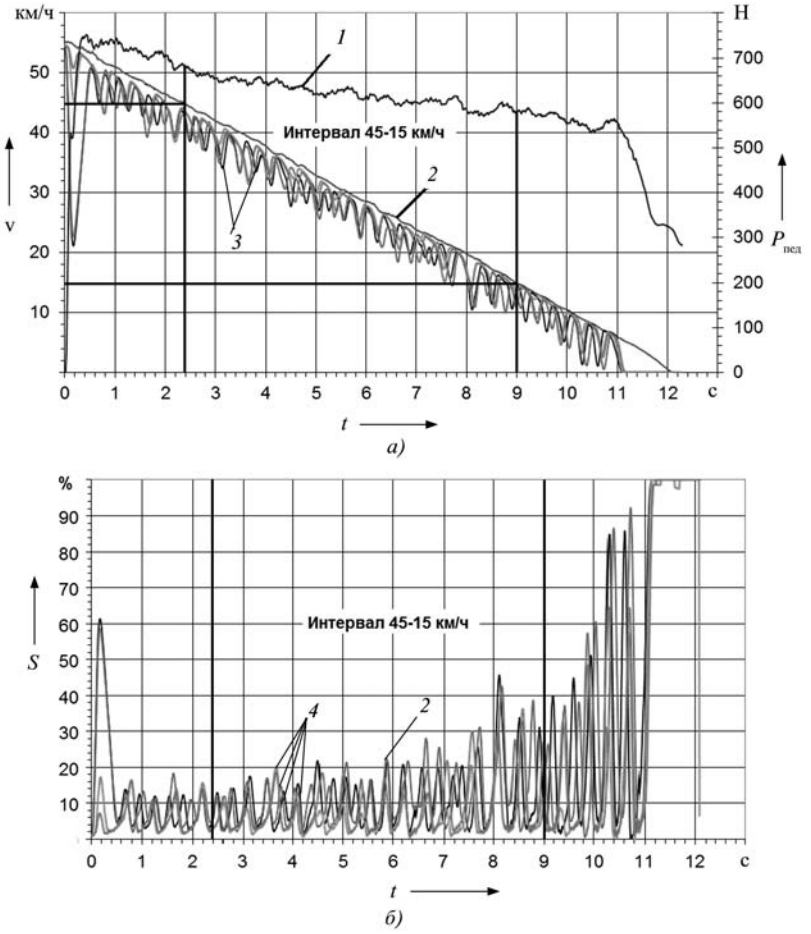


Рис. 1. Изменение скорости автомобиля, усилия на педали тормоза, окружных скоростей его колес (а) и их скольжения (б) при торможении с АБС в интервале v_a = 45...15 км/ч от времени (определение коэффициента Z_{AL}):

1 – $P_{пед}$; *2* – $v_а$; *3* – окружные скорости переднего левого, переднего правого, заднего левого и заднего правого колес; *4* – скольжение этих колес

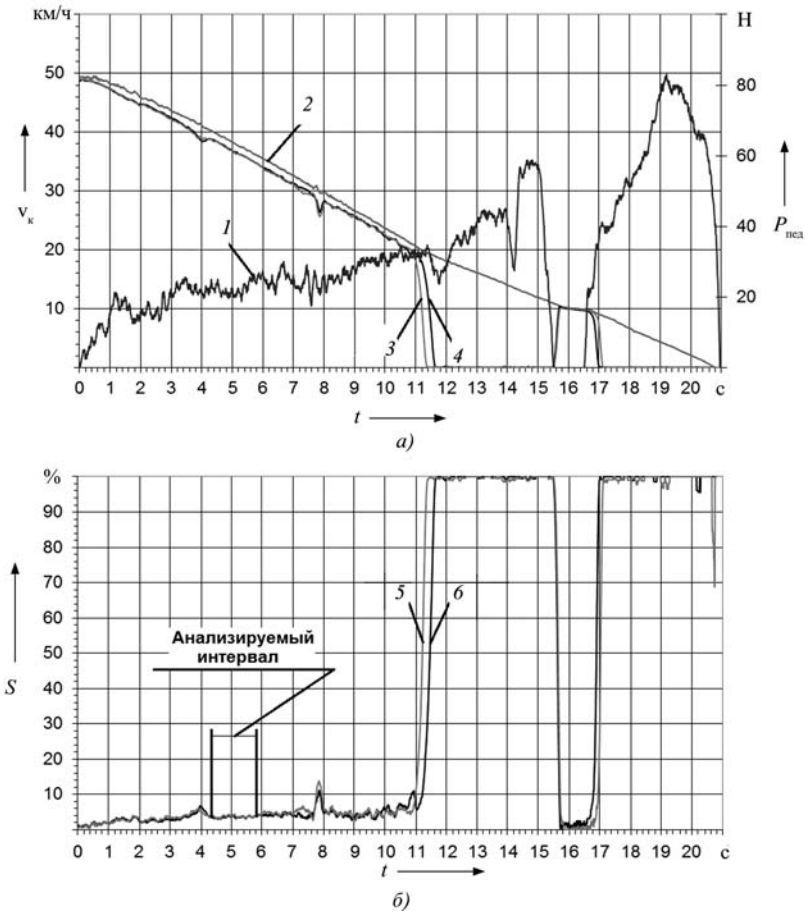
мени τ_m, в течение которого автомобиль должен снизить скорость с 40 до 20 км/ч, т.е. по формуле № 5. Чтобы повысить точность определения коэффициентов сцепления k_f и k_r, эту методику пришлось несколько скорректировать. Такая возможность появилась благодаря тому, что во время заездов регистрировались окружные скорости $v_к$ колес и на их основе стало возможным определение текущего значения величины скольжения S тормозящих колес.

Для получения коэффициентов торможения по всем заездам были рассмотрены следующие участки: интервалы с неизменяющимся (одинаковым) относительным скольжением обоих тормозящих колес (см. рис. 2) и интервалы продолжительностью 0,5 с, центры которых располагаются в точке с одинаковым относительным скольжением обоих тормозящих колес (см. рис. 3). (Эта продолжительность установлена экспериментально и представляет собой баланс между точностью определения замедления в исследуемой точке и необходимой точностью расчета замедления для данного интервала.)

При таком подходе коэффициент торможения Z для исследуемого интервала определяется по формуле № 6. Но следует иметь в виду, что для каждого коэффициента торможения Z необходимо регистрировать относительное скольжение S тормозящих колес, при котором он был рассчитан.

Рис. 2. Зависимость скорости, усилия на педали тормоза, скоростей его задних колес (а) и их скольжения (б) при торможении задней осью от времени (определение коэффициента k_r):

1 – $P_{пед}$; 2 – $v_а$; 3 – $v_{з\ пр}$; 4 – $v_{з\ лев}$; 5 – $S_{з\ пр}$; 6 – $S_{з\ лев}$



Затем из полученных коэффициентов Z выбираются три наиболее близких по величине и рассчитывается арифметически усредненный коэффициент Z_m торможения. И уже по нему определяются (формулы № 2 и 3) коэффициенты сцепления k_f и k_r для каждой оси (см. табл. 3).

В этой же таблице приведены и результаты определения эффективности действия АБС при торможении с неошипованными и ошипованными шинами на льду.

Если подсчитать значения коэффициентов k_f и k_r на основании Z для всех участков, то можно получить массив коэффициентов сцепления и относительных скольжений, на основании которого легко построить зависимость коэффициента сцепления от скольжения, т.е. ($\varphi - S$)-диаграмму (рис. 4).

Достоинствами предлагаемого метода, основанного на анализе скольжений колес, при котором обеспечивается максимальный коэффициент сцепления для каждой оси, являются: более точное определение коэффициента сцепления K_M и реализуемой силы сцепления ε, что открывает перспективу совершенствования алгоритмов функ-

Таблица 3

Шины	Значения коэффициентов				
	k_f	k_r	K_M	Z_{AL}	ε
Неошипованные	0,163	0,179	0,169	0,149	0,880
Ошипованные	0,210	0,214	0,211	0,171	0,810

ЮБИЛЯРУ – ЦЕНТРУ ИСПЫТАНИЙ НАМИ 50 ЛЕТ!

от коллектива ОАО "Ульяновский автомобильный завод"

Ах, как годы летят! По этому поводу вспоминаются слова: "Годы, словно кадры кинопленки. Промелькнули, будто в одночасье..."

Это случилось в 1964 году – Автополигон "поехал"! Коллектив испытателей Ульяновского автомобильного завода одним из первых приступил к испытаниям автомобилей УАЗ на свеженьких, только что выстроенных дорогах Автополигона. И вот уже полвека мы – вместе!

Автополигон – это место, где были обкатаны и внедрены многие новые технологии и методы испытаний практически всех новых разработок ульяновских конструкторов. Многие из сотрудников наших коллективов помнят время, когда Автополигон работал круглосуточно как крупный аэропорт, ревя моторами испытуемых автомобилей, реактивными установками – сушилками в непогоду, обеспечивая бесперебойную ударную работу испытателей. Автополигон напоминал Мекку, в которую стремились конструкторы, исследователи, испытатели со всех автозаводов, со всей территории бывшего СССР и дружественных стран со своими изделиями, изобретениями, новыми и прогрессивными техническими мыслями и устремлениями. Для многих Автополигон стал Школой – производственной и жизненной.

А какие люди работали и работают здесь? Люди – на вес золота! Многие работники Автополигона для уазовцев стали не просто коллегами по совместной работе, а друзьями на долгие годы. Хотелось бы в этом послании назвать их фамилии, но в таком случае пришлось бы привести все штатное расписание, начиная с 1964 по 2014 год!

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Примите самые искренние поздравления с Юбилеем! Желаем прославленному коллективу всего самого доброго, успехов во всех делах и начинаниях. Здоровья, мирного неба Вам, Вашим родным и близким.

Надеемся на долгое и продуктивное взаимовыгодное сотрудничество.

С праздником!

Главный конструктор ОАО "УАЗ" *О.А. Крупин*

Начальник Испытательного комплекса *Л.А. Кнышевский*

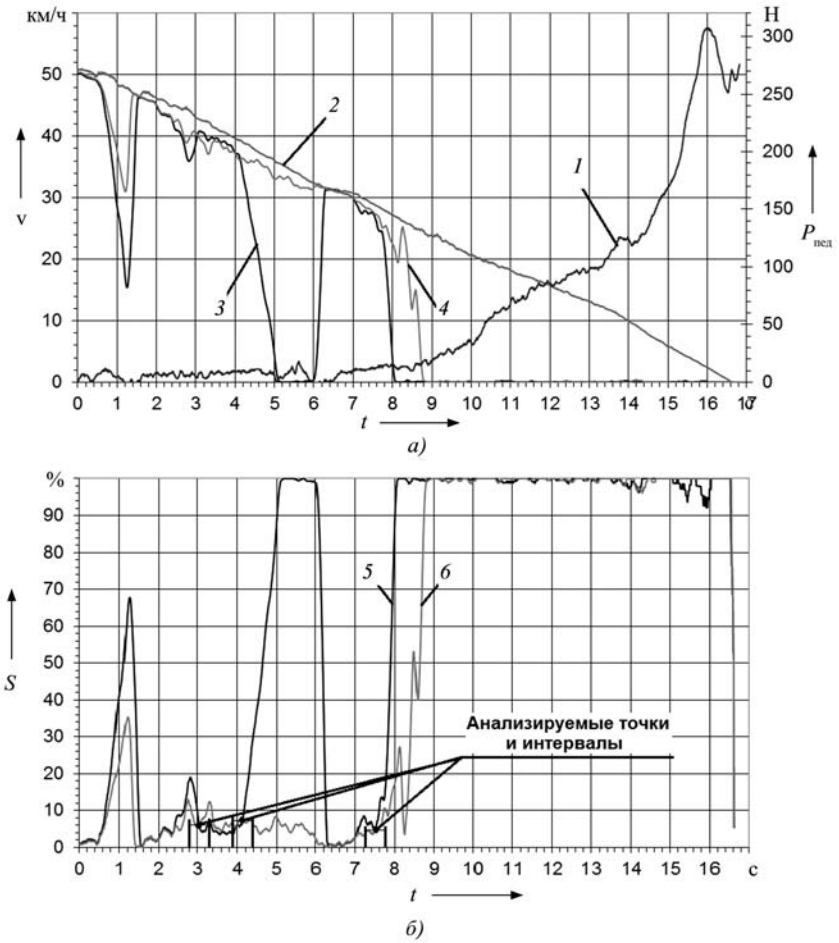


Рис. 3. Зависимость скорости автомобиля, усилия на педали тормоза, окружной скорости колес (а) и их скольжения (б) от времени при торможении передней осью (определение коэффициента k_f):

1 – $P_{пед}$; 2 – $v_а$; 3 – $v_{п\ лев}$; 4 – $v_{п\ пр}$; 5 – $S_{п\ лев}$; 6 – $S_{п\ пр}$

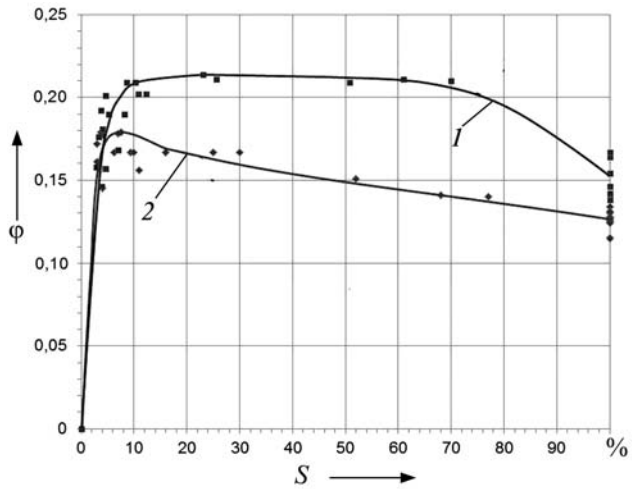


Рис. 4. (φ – S)-диаграмма при торможении на льду для зимних ошипованных (1) и неошипованных (2) шин

ционирования АБС; возможность определения коэффициентов сцепления неошипованных и ошипованных шин любых типоразмеров; меньшая трудоемкость проведения испытаний.

Но у него есть и недостатки: необходимость установки и настройки сложного испытательного оборудования, обеспечивающего высокую точность измерений; не позволяет определить среднее значение коэффициента сцепления дорожного покрытия на заданном участке, если флуктуации данного коэффициента очень велики.

Литература

1. Правила № 13-Н ЕЭК ООН. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М в отношении торможения. Введены 1996-06-28. М.: Изд-во стандартов, 2002. – 112 с. // Журнал автомобильных инженеров, 2012, № 2 (73).
2. Кристальный С.Р., Попов Н.В., Фомичев В.А. Проблемы эффективности действия антиблокировочных систем автомобилей, оснащенных шипованными шинами // Журнал автомобильных инженеров, 2012. № 2 (73).
3. Кристальный С.Р., Задворнов В.Н., Попов Н.В., Фомичев В.А. Выбор, подготовка и настройка измерительного и регистрирующего оборудования для проведения испытаний эффективности действия АБС на автомобиле, оснащенном шипованными шинами // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. "Наземные транспортные системы", 2013. Вып. 7. № 21 (124). С. 28–38.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Коллектив ЗАО "НОВТРАК" поздравляет Центр испытаний НАМИ с 50-летием со дня образования!

В 1964 году вошел в эксплуатацию испытательный автомобильный полигон НАМИ, основной целью которого было обеспечение автомобильной промышленности экспериментально-исследовательской и научно-технической базой для проведения всех видов испытаний автотранспортных средств. В настоящее время это крупнейший научно-исследовательский центр по испытаниям и сертификации АТС, запасных частей и принадлежностей.

Мы высоко ценим опыт и квалификацию специалистов Центра, ваш вклад в создание оригинальных конструкций прицепной техники ЗАО НОВТРАК".

Тесное и плодотворное сотрудничество с Центром испытаний НАМИ в вопросах повышения качества, надежности и эффективности эксплуатации прицепов и полуприцепов ЗАО "НОВТРАК" способствует успешному продвижению нашей продукции на внутреннем и европейском рынках. Мы и в будущем рассчитываем на продолжение и развитие нашего сотрудничества.

Еще раз от души поздравляем с 50-летием и желаем дальнейших творческих успехов.

УДК 629. 113

КОМИТЕТ G13 ISO: РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ ПО ОЦЕНКЕ ЭМИССИИ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И АЛЬДЕГИДОВ ОТ ДЕТАЛЕЙ ИНТЕРЬЕРА АВТОМОБИЛЕЙ

Канд. техн. наук **З.Ю. БУЛЫЧЕВА**
Центр испытаний НАМИ (499. 994-99-07)

Рассматриваются новые стандарты ISO по определению эмиссий летучих органических соединений и альдегидов от деталей и материалов интерьера автомобилей.

Ключевые слова: *полимерные материалы, эмиссия загрязняющих веществ, летучие органические соединения (ЛОС), альдегиды, испытательная камера, термостатированная камера, герметичный мешок – эластичная емкость, микрокамера.*

Z.Yu. Bulycheva

WORKING COMMITTEE WG 13: STANDARDS DEVELOPMENT FOR THE DETERMINATION OF THE EMISSIONS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS AND ALDEHYDES FROM VEHICLE INTERIOR

The activities of ISO special committee on the development of any standards concerning to determination of the emissions of volatile organic compounds (VOC's) and aldehydes from vehicles interior parts and materials are described.

Keywords: *polymeric materials, pollutants emissions, volatile organic compounds (VOC), aldehydes, whole vehicle test camera, bag – micro-scale chamber.*

В современных АТС доля полимерных материалов, применяемых для внутренней отделки кабин и салонов, с каждым годом возрастает. Причем выбор этих материалов, особенно для автомобилей эконом-класса, очень часто осуществляется не столько по параметрам их экологической безопасности, сколько по стоимости. В результате в воздухе салонов и кабин новых автомобилей, как правило, ощущается резкий неприятный "химический" запах, обусловленный эмиссией мономеров из полимерных структур, применяющихся для внутренней отделки. В этом воздухе обнаруживаются и концентрации вредных для здоровья человека веществ.

Серьезность и важность данной проблемы столь высоки, что международная организация ISO решила разработать серию стандартов, которые не только ограничивают содержание летучих органических соединений (ЛОС) от деталей интерьера АТС, но и регламентируют создание методов оценки этого содержания.

До 2006 г. такой работой занимался комитет ISO/TC 146/SC6 "Indoor air". Затем в 2007 г. к ней присоединился рабочий комитет ISO/TC 22 "Road Vehicles". В результате образовался объединенный рабочий комитет ISO "Joint ISO/TC 22-ISO/TC 146/SC 6/WG 13 Determination of VOC's in car interiors" (WG13).

На первом рабочем его заседании (Берлин, 2008 г.) были обсуждены вопросы, касающиеся содержания стандарта ISO/WD 12219-1, который, по замыслу, должен регламентировать процедуру проведения испытаний по оценке эмиссии ЛОС и альдегидов в салоне автомобиля. Устанавливается следующая последовательность испытаний.

Автомобиль в ходе испытаний должен находиться в специальной камере (рис. 1), имитирующей нагрев его поверхностей в жаркое время года, а высокая температура в ней, имитирующая температуру наружного воздуха, достигается с помощью ламп накаливания и должна составлять 328 К (+55 °С). Причем таким испытаниям должны подвергаться не все АТС, а лишь автомобили категорий M_1 и N_1.

По истечении срока выдержки автомобиля при названной выше температуре проводится дистанционный отбор проб воздуха из салона, которые передаются в лабораторию для химического анализа, задача которого – идентификация и количественная оценка содержания ЛОС и альдегидов в пробах в соответствии с методами, регламентированными стандартами ISO 16000-4 (высокоэффективная жидкостная хроматография с ультрафиолетовым детектором, анализ альдегидов) и ISO 16000-6 (газовая хро-

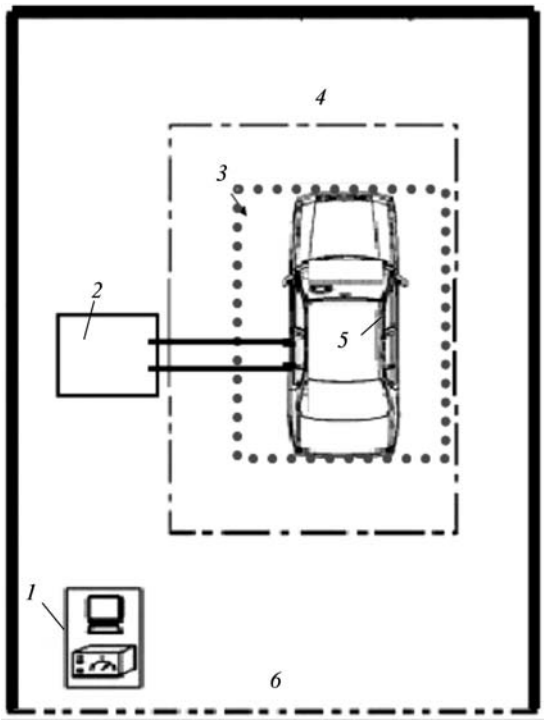


Рис. 1. Схема испытательной камеры для оценки эмиссий ЛОС и альдегидов в воздухе интерьера автомобиля:

1 – система контроля и регистрации данных; *2* – устройство отбора проб; *3* – зона нагрева; *4* – зона испытаний; *5* – испытуемый автомобиль; *6* – дверь в камеру

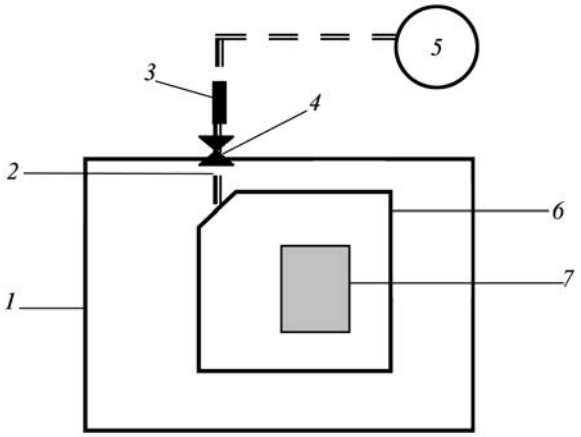


Рис. 2. Схема испытательной камеры с герметичной емкостью (мешком) для образцов материалов, выделяющих ЛОС и альдегиды:

1 – камера-термостат; *2* – фторопластовый патрубок; *3* – сорбционная трубка; *4* – клапан; *5* – насос; *6* – герметичная емкость; *7* – испытуемый образец детали, материала

матография с масс-спектрометрическим детектором ЛОС).

Однако по отдельным позициям стандарта члены комитета договориться не сумели. Это касается типа, мощности нагревательных элементов (ламп), их положения относительно автомобиля, способа и температуры его нагрева и нагрева воздуха в нем, предельной температуры этого нагрева, длины пробоотборных линий и т.д. Поэтому эти вопросы пришлось решать на последующих рабочих заседаниях.

В процессе редактирования стандарта обсуждались и другие варианты методик проведения испытаний. В частности, был рассмотрен аналогичный стандарт JACO M405:2008, разработанный японскими специалистами SAE(JSAE), согласно которому температура в испытательной камере создается лампами накаливания, но внутренние поверхности автомобилей категории M_1 и N_1 должны нагреваться только до 313 K (+40 °C), а автомобилей категорий N_2 и N_3 – до 308 K (+35 °C). Кроме того, японский стандарт имеет отличия в процедуре испытаний.

Но все разногласия были урегулированы, замечания и предложения – учтены, стандарт ISO/FDIS 12219-1 был утвержден (2012 г.). Однако, как оказалось, он не решил некоторых проблем. Поэтому вскоре появился еще один стандарт, ISO 12219-2 "Determination of the emission of VOC's from car trim components (Sampling bag method)", который регламентирует методику определения ЛОС и альдегидов, выделяющихся из материалов и отдельных полимерных деталей интерьера автомобилей, при испытаниях в термостатированной камере с эластичной емкостью.

Согласно ему, испытательная камера должна иметь (рис. 2) герметичную эластичную емкость (мешок) вместимостью порядка 10 л из инертных материалов (фторированные эластомеры: сополимеры тетрафторэтилена, гексафторпропилена), имеющую выходной штуцер для отбора проб воздуха. Во время испытаний в термостате должна поддерживаться постоянная температура, равная 338 K (+65 °C), образец при этой температуре выдерживается в течение 2 ч.

В следующих проектах стандартов (ISO 12219-3, ISO 12219-4) предложен метод оценки эмиссии ЛОС и альдегидов в микрокамере, рассчитанной на испытание образцов небольших размеров, массой в несколько грамм. Его достоинство – простота конструкции микрокамеры (ее размеры варьируются от нескольких десятков миллилитров до одного литра) и получение результатов за короткий промежуток времени. Все это – хорошее дополнение к двум предыдущим стандартам.

Схема микрокамеры с системой отбора проб приведена на рис. 3. Размеры микрокамеры и параметры обдува помещаемых в нее образцов следующие:

Диаметр камеры, мм 45
Длина камеры, мм. 28
Объем (пустой камеры), мм^3 44,5
Диапазон скоростей обдува
нагретым газом, (мл/мин) . . . . . 10...500

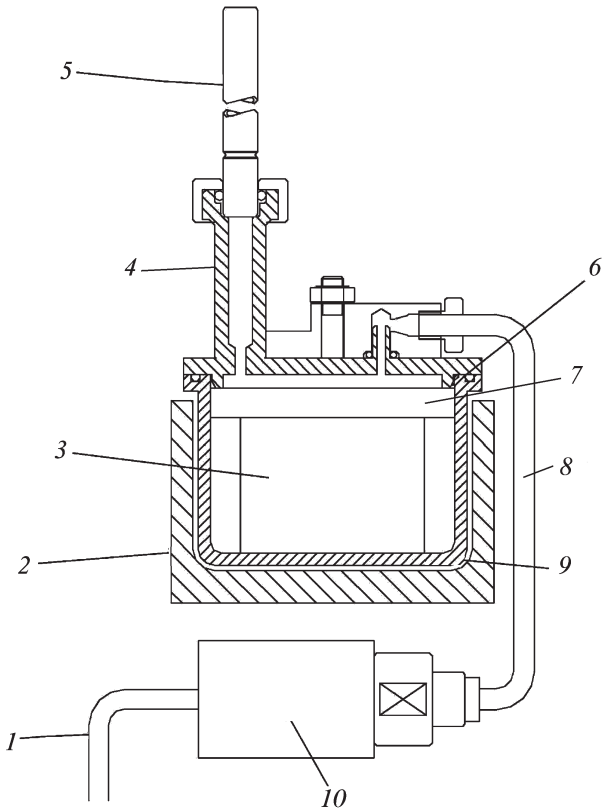


Рис. 3. Схема микрокамеры для испытаний небольших образцов материалов:

1 – подача сжатого воздуха; *2* – блок подогрева; *3* –металлические прокладки (обычно алюминиевые); *4* – выходной штуцер; *5* – пробоотборная трубка; *6* – фланец камеры для предотвращения эмиссий ЛОС с боковой и задней поверхностей образца; *7* – испытуемый образец; *8* – подача нагретого воздуха; *9* – микрокамера; *10* – расходомер воздуха

Размеры образца (при оценке эмиссии ЛОС и альдегидов с поверхности):
объем, $м^3$ . . . . . $3{,}20\times10^{-6}$
максимально открытая поверхность образца, $м^2$ . . . . . $1{,}28\times10^{-3}$

К октябрю 2012 г. проекты стандартов были утверждены в качестве межгосударственных документов и приобрели следующие обозначения: ISO 12219-2:2012-06-14, ISO 12219-3:2012-06-15.

В настоящее время в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации подготовлены проекты стандартов ГОСТ Р ISO: 12219-1 и ГОСТ Р ISO 12219-2, 12219-3, которые будут выпущены в 2014–2015 гг.

Работа в объединенном комитете WG 13 продолжается. Она идет в трех направлениях.

1. Проект стандарта "Interior air of road vehicles – Part 6: Screening method for the determination of the emissions of volatile and semi-volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials at higher temperature – Small chamber method", посвященного методу определения (оценки) полулетучих органических соединений, температура кипения которых превышает 473 K (+200 °C). Испытания образцов таких материалов проводят в камере небольших размеров при температуре 373 K (+100 °C).

2. Проект стандарта "Interior air of road vehicles – Part 7. Odor determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements", который должен регламентировать метод экспертной оценки интенсивности запаха от деталей интерьера автомобиля. При этом степень интенсивности запаха должна оцениваться по шестибалльной шкале (наиболее непереносимому запаху присваивается 6 баллов).

3. Проект стандарта "Interior air of road vehicles – Part 8: Handling and packaging of materials and components for emissions testing", который содержит требования к отбору образцов материалов, деталей, их обозначению; транспортировке, условиям кондиционирования и хранения образцов материалов, обозначению (аббревиатура терминов используемых материалов) и т.п.

С 2008 г. в состав объединенного рабочего комитета WG13 вошел представитель от Российской Федерации (ГОСТ Р), но – в качестве наблюдателя. Однако с 2014 г. он становится членом этого комитета с правом голоса. Это позволяет представлять на рассмотрение комитета наши национальные стандарты с аналогичным содержанием, действующие в РФ. Например, в 2014 г. туда будет представлен ГОСТ Р 2156 "Автомобильные транспортные средства. Содержание загрязняющих веществ в воздухе кабины водителя и пассажирского салона. Нормы, методы испытаний и измерений" – с тем, чтобы он стал стандартом ISO.

Предложения по разработке правил, оценивающих качество воздуха в салонах и кабинах автомобилей, поступили в другие международные организации. Так, в повестку дня 160-й сессии WP 29 ЕЭК ООН был включен доклад MOLIT – Министерства инфраструктуры, земли и транспорта республики Кореи (WP.29-160-38, it. 20) с предложением создать в рамках комитета рабочую группу по разработке новых Глобальных Правил (GTR) по качеству воздуха во внутреннем пространстве транспортных средств. В докладах KATRI (исследовательского института по испытанию автомобилей Республики Кореи) были приведены результаты исследования токсической опасности эмиссий ЛОС от деталей интерьера автомобилей (WP. 29-162-16, January 7–10, March 11–14, 2014).

Комитет рассмотрел поступившие материалы, вынес резолюцию (XXI, item 110–112), в которой обобщает поступившие материалы и планирует продолжить обсуждение темы на следующих сессиях WP.29.

Ректорат и коллектив кафедры "Колесные машины" МГТУ имени Н.Э. Баумана горячо и сердечно поздравляют легендарный коллектив Центра испытаний НАМИ с 50-летним юбилеем!

Ваша славная полувековая история, начиная от первого вбитого в землю колышка в 1964 году и до стоящего на этом месте в наши дни ведущего государственного Центра по испытаниям и доводке автомототехники в РФ, насчитывает много ярких страниц трудовых подвигов и научных достижений.

От освоения первых, построенных своими руками, испытательных дорог, Вы прошли путь до создания современных испытательных комплексов, от внедрения первых методик до разработки системы эффективных полигонных испытаний, от замеров единичных параметров до комплексного исследования автомобилей любой сложности, от структурного подразделения института до Органа государственной аттестации автотехники.

Ваш вклад в развитие отечественного автомобилестроения огромен и фундаментален, ни один завод в отрасли не обошелся без Вашей помощи и внимания, без Вашего эффективного участия в доводке конструкции. Ваша деятельность способствовала не только повышению технического уровня создаваемой техники, но и подготовке высококвалифицированных кадров для отрасли.

Являясь инициатором создания Ассоциации автомобильных инженеров, Вы объединили всех автомобилистов страны. Это имело исключительное значение для сохранения многих автомобильных коллективов в нелегкие перестроечные годы и служит основой их активной и плодотворной деятельности в настоящее время.

Мы гордимся тем, что наше сотрудничество началось с первых лет основания Автополигона (первые выпускники кафедры "Колесные машины" были распределены в 1965 году) и продолжается до сих пор. Ежегодно преподаватели кафедры проводят совместно с Вашими специалистами практические занятия со студентами, консультируются по научным вопросам, активно сотрудничают в рамках ААИ, а в настоящий момент совместно проводят испытания и доводку новой техники.

В день Вашего Юбилея, дорогие друзья, от всей души желаем Вам дальнейших творческих успехов, осуществления Ваших грандиозных замыслов и планов в деле развития технического прогресса в автомобилестроении, счастья и необходимого для этого крепкого здоровья!

УДК 629.018

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ АТС

А.А. БАРАШКОВ, канд. техн. наук **Ю.Н. КОЗЛОВ, А.А. ПРОКОФЬЕВ, М.Б. СЫРОПАТОВ**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-07)

Рассматривается развитие методов испытаний по оценке управляемости и устойчивости АТС. Приведены основные национальные и международные нормативные документы в области испытаний на управляемость и устойчивость.

Ключевые слова: *управляемость, устойчивость, методы испытаний, национальные и международные стандарты.*

Barashkov A.A., Kozlov Yu.N., Prokofyev A.A., Syropatov M.B.

DEVELOPMENT OF EVALUATION TESTS METHODS ON STEERABILITY AND STABILITY OF AUTOMOTIVE VEHICLES

Development of evaluation tests methods on steerability and stability of automotive vehicles is considered. The main national and international regulatory documents in the field of steerability and stability testing are listed.

Keywords: *steerability, stability, test methods, national and international standards.*

Определение параметров управляемости автомобиля и выработка нормативных требований к ней осложняются тем, что звено "водитель" системы ВАДС весьма индивидуально и имеет персональные психофизические характеристики. Поэтому при совершенствовании технологии испытаний управляемости и устойчивости автомобилей всегда стремятся минимизировать влияние субъективных факторов.

Опыт научных исследований и полигонных испытаний позволил уже в 1968 г. разработать и внедрить первый нормативный документ – отраслевую нормаль ОН 025 319–68 "Автомобили. Оценочные параметры управляемости. Методы определения", позволяющую оценивать управляемость легковых и грузовых автомобилей, а также автобусов. В последующие годы результаты выполненного большого объема экспериментальных исследований были использованы для разработки нового нормативного документа – РД 37.001.005–82, а затем РД 37.001.005–86 "Методика испытаний и оценка устойчивости управления автотранспортными средствами", в котором были уточнены и расширены требования к специализированным автомобилям и легковым автомобилям с прицепами.

В тесном сотрудничестве с предприятиями автомобильной промышленности, ведущими автомобильными вузами страны и другими заинтересованными ведомствами был подготовлен новый отраслевой стандарт ОСТ 37.001.471–88 "Управляемость и устойчивость автотранспортных средств. Методы испытаний". В нем сосредоточены требования, позволяющие комплексно оценивать управляемость АТС с помощью измерительно-регистрирующего оборудования. Параллельно с разработкой методов испытаний управляемости обычных АТС большое внимание уделялось разработке нормативной базы для специализированной техники с высоким центром масс, троллейбусов и бронированных автомобилей.

Важным событием в области повышения активной безопасности автомобилей стала разработка и введение в действие государственного стандарта – ГОСТ Р 52302–2004 "Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний". Необходимо отметить, что принятый стандарт – единственный в мире национальный стандарт, определяющий требования по управляемости и устойчивости к АТС категорий M, N и O (за исключением АТС, не предназначенных для эксплуатации на дорогах общего пользования). Применение современного испытательного оборудования и приборов, предписанное им, позволило обеспечить инструментальную оценку управляемости АТС на высоком современном уровне. Кроме того, на основе данного стандарта в 2012 г. был разработан и принят межгосударственный стандарт ГОСТ 31507–2012 "Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний", которым предусмотрены также испытания АТС, оборудованных электронными системами контроля устойчивости движения.

В настоящее время в Центре испытаний НАМИ ведется работа по критериям оценки эффективности электронных систем контроля устойчивости (ЭКУ) на скользких покрытиях. Первым нормативным документом, разработанным в тесном содружестве с ведущими техническими вузами (МАДИ, ВолгГТУ) и автомобильными заводами, стал РД 37.052.347–2010 "Автотранспортные средства. Методы исследования эффективно-

УВАЖАЕМЫЙ ДЕНИС АЛЕКСАНДРОВИЧ!

Студенты и преподаватели Дмитровского государственного политехнического колледжа сердечно поздравляют Вас и в Вашем лице замечательный творческий коллектив Центра испытаний НАМИ с 50-летним юбилеем!

За годы работы Ваше предприятие сыграло важную роль в развитии отечественного автомобилестроения, став ярким примером объективности, научной добросовестности и профессионализма.

50-летний опыт Центра полностью подтвердил высокую эффективность разработанной системы и технологии полигонных испытаний, правильность выбора параметров испытательных дорог и сооружений, оптимальность состава лабораторной базы.

Ваши ученые, инженеры и испытатели по праву считаются мастерами научной оценки технического уровня автомототехники, вносящими весомый вклад в повышение качества продукции отрасли.

И мы, в свою очередь, искренне гордимся тем, что основное ядро коллектива Центра испытаний НАМИ составляют выпускники нашего колледжа.

Вне всякого сомнения сотрудничество Центра испытаний с Дмитровским колледжем в вопросе подготовки молодых специалистов дает свои положительные результаты. Целая гвардия наших студентов, проходящих производственную и преддипломную практику в подразделениях Центра, ориентирована на дальнейшую работу в его коллективе.

И здесь большое значение имеет престиж предприятия государственной важности, в котором почетно и интересно работать.

Приветствуя Вас по случаю столь знаменательной даты, желаем Вам, Денис Александрович, и всему коллективу Центра сохранить высокую динамику развития, умение работать на перспективу, а также хороший научный и творческий потенциал.

Мы радуемся вашим успехам, гордимся вашими достижениями и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Здоровья вам, неиссякаемой энергии и финансового благополучия!

Директор Дмитровского государственного политехнического колледжа *М.А. Крещенко*

сти систем динамической стабилизации легковых автомобилей". Этот документ содержит методы сравнительных испытаний, позволяющие оценить эффективность действия ЭКУ. Разрабатываются методы испытаний в этом направлении и для грузовых автомобилей.

Как известно, в настоящее время есть международные стандарты, которые регламентируют методы динамических испытаний АТС на управляемость и устойчивость. Это ISO 15037/2 "Транспортные средства. Методы испытаний динамики транспортных средств", где оговорены требования к равномерности движения вперед и по кругу; ISO 4131 "Устойчивое движение по кругу"; ISO 3888 "Методы испытаний для резкого изменения полосы движения"; ISO 8725 "Методы испытаний по открытому контуру с однопериодным синусоидальным входным сигналом"; ISO 8726 "Методы испытаний по открытому контуру с псевдослучайным управляющим входным сигналом". Кроме того, есть и Правила № 79-01 ЕЭК ООН "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении механизмов рулевого управления", которые содержат требования в основном к функционированию рулевого управления и нормируют усилие на руле.

Широкое применение электронных систем контроля устойчивости движения (ЭКУ) АТС вызвало необходимость оценки эффективности и безопасности работы этих систем, поэтому в 2008 г. были приняты Глобальные технические правила (ГТП) № 8 "Электронные системы контроля устойчивости", разработанные на основе федерального стандарта США FMVSS 126 и распространяющиеся на пассажирские и грузовые автомобили массой не более 4356 кг. В этом же году в Правила № 1311 ЕЭК ООН "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий M, N и O в отношении торможения" добавлено Приложение 21 "Особые требования к транспортным средствам, оснащенным функцией обеспечения устойчивости транспортного средства", а в 2009 г. в Правила № 13-Н ЕЭК ООН "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения" добавлено новое Приложение 9 "Электронные системы контроля устойчивости". При проведении испытаний по этим Правилам требуется применение роботизированных рулевых машинок, что исключает влияние субъективных характеристик водителя-испытателя.

Включение требований к электронным системам контроля устойчивости в Правила № 13-11 и № 13-Н ЕЭК ООН – вынужденная мера с целью ускорения сроков принятия нормативной базы для применения ЭКУ. Поэтому в феврале 2014 г. на 76-й сессии GRRF Международной организацией производителей автомобилей (OICA) и Европейской ассоциацией производителей автомобильных запчастей (CLEPA) были представлены проекты новых Правил ЕЭК ООН, объединяющих требования к автомобилям с ЭКУ и методы проведения испытаний в одном документе. Это позволит ускорить внедрение новых дополнений и поправок, касающихся интеллектуальных систем, применяемых на автомобилях.

В области развития методов испытаний и разработки требований к автоматическим вспомогательным электронным системам необходимо отметить принятие Правил ЕЭК ООН № 130 "Системы предупреждения о выходе из полосы движения" и Правил ЕЭК ООН № 131 "Опережающие системы экстренного торможения".

Требования и методики вступающих в силу новых нормативных документов изучаются и осваиваются специалистами Центра испытаний, что позволяет ему оставаться в числе лидеров в области динамических дорожных испытаний АТС.

УДК 629.113.115

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА ДОЛЖЕН ПОВЫШАТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО АТС, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Канд. техн. наук **А.В. ЗИМНЮХОВ**
Центр испытаний НАМИ (495. 994-99-39)

Рассматриваются проблемы обеспечения регионов России и Казахстана с холодным климатом АТС "северного" исполнения.

Ключевые слова: автомобиль "северного" исполнения, условия эксплуатации, технический регламент, специальные требования, климатические испытания.

Zimnyukhov A.V.

TECHNICAL REGULATIONS OF THE CUSTOMS UNION MUST IMPROVE THE SAFETY AND QUALITY OF VEHICLES IN COLD CLIMATE CONDITIONS

There are examined some problems of providing of cold climatic regions of Russia and Kazakhstan with vehicles of "northern" variants.

Keywords: vehicle of "northern" variant, operating conditions, technical regulations, special requirements, climatic tests.

Об уникальности дорожно-климатических условий России и необходимости их учета при испытаниях, доводочных работах и сертификации "северных" АТС уже много и сказано, и написано. Однако после создания Таможенного союза российская зона районов с холодным климатом получила существенную "добавку" – северные районы Казахстана. Кроме того, транспортные потоки на постоянно развивающейся дорожной сети холодных районов России и Казахстана становятся все более интенсивными. Значит, растут и суммарные результаты действия повреждающих и нагружающих АТС факторов (низких температур, сложных дорожно-транспортных условий). Поэтому проблема обеспечения безопасной эксплуатации автомобильной техники в этих условиях становится все острее и острее.

Решение этой проблемы очевидно: АТС, предназначенные для работы в холодном климате, должны удовлетворять не только предъявляемым к АТС эксплуатируемым в средних широтах, но и дополнительным требованиям и сертифицироваться соответствующим образом. Однако в рамках действующей системы сертификации эти задачи пока что если и решаются, то недостаточно быстро и эффективно.

Спрашивается почему?

Чтобы ответить на этот вопрос, проанализируем сложившуюся ситуацию с помощью, так сказать, "исторического экскурса".

Решения по проблеме обеспечения северных регионов автомобильной техникой, соответствующей условиям ее применения, принимались на государственном уровне более 40 лет назад. Это были ГОСТ 14892–69, ранняя редакция ГОСТ 15150–69 и др. Данные документы устанавливали, что в северные регионы страны должна поставляться только техника специального климатического ("северного" исполнения – ее варианты УХЛ и ХЛ). Спустя 17 лет, в 1986 г., вышло постановление Совета Министров СССР, обязывающее расширить выпуск АТС такого исполнения.

Министерство автомобильной промышленности СССР, реализуя это постановление, начало срочно создавать в г. Сусумане Магаданской обл. Северную испытательную станцию, задачей которой стало обновление, фактически разработка, общих технических требований, предъявляемых к АТС "северного" исполнения. Что и было сделано. После, в результате многочисленных натурных (дорожных) испытаний, появился целый комплект руководящих документов (РД 37.001.047; РД 37.052.249 и др.), которые, в свою очередь, легли в основу ГОСТ Р 50992–96 "Безопасность автотранспортных средств при воздействии низких температур внешней среды. Общие технические требования".

Этим стандартом было определено климатическое районирование территории России и установлены дополнительные требования, дифференцированные в зависимости от категории АТС и его предназначения для эксплуатации в том или ином климатическом районе (см. таблицу). Они и составили основу тех требований, которые в 2002 г. решением № 220-7/401 Госстандарта РФ "Об особенностях сертификации автотранспортных средств, поставляемых для эксплуатации в умеренно-холодном и холодном климатическом районах", были формально включены в ранее действующую систему сертификации. Это решение предписывало: "при сертификации автомобилей климатического исполнения УХЛ, ХЛ применять дополнительные требования в части систем отопления, пуска двигателя, выпуска отработавших газов, освещения и сигнализации, баланса электроэнергии, окраски".

Формально все правильно. Но здесь есть одна тонкость. Перечисленные выше усовершенствованные требования были установлены только для моделей конкретного "северного" климатического исполнения – УХЛ, ХЛ. Поэтому практически все АТС, поставляющиеся в "холодные" регионы, соответствующих процедур сертификации не проходили и не проходят. И есть все основания полагать, что не будут проходить и впредь. Дело в том, что предприятия-изготовители как ранее, так и сейчас простым исключением из "серийной" номенклатуры "северные" модификации снимают с себя все обязательства по обеспечению соответствия своей продукции специфике северных условий и перекладывают их на эксплуатацию. Если все же какие-то подобия северных вариантов и создаются, то для того, чтобы избежать дополнительные "климатические" проверки и связанные с этим затраты, в технической документации на сертификацию они именуются не как АТС исполнения УХЛ (ХЛ), а как АТС исполнения "У" с некоторыми "северными" опциями. (Например, с утепленным кузовом или кабиной, дополнительной системой отопления, двойным остеклением и т.п.). Следовательно, формально к АТС "северного" исполнения они не относятся. Даже если в коммерческих наименованиях таких модификаций фигурируют слова "Арктика", "Северянка" и т.д., то применять к ним при сертификации дополнительные "климатические" требования, устанавливаемые ГОСТ Р 50992–96 и упомянутым выше решением Госстандарта, законных оснований нет. В итоге задачу обеспечения работоспособности и хотя бы минимального уровня эксплуатационной безопасности автомобильной техники при низких температурах эксплуатационники Крайнего Севера и Сибири вынуждены решать самостоятельно. И понятно, что уровень таких решений не может быть одинаково высоким, поскольку зависит от имеющихся у них возможностей и ресурсов. Крупные объединения (такие, как "Сургутнефтегаз") используют экономические рычаги и имеют возможность активно работать с изготовителями. Они самостоятельно организуют испытания (подконтрольную эксплуатацию) и добиваются от изготовителей обеспечения требуемых характеристик и приспособленности автомобиля к местным условиям. Но в большинстве случаев потребители или сами дорабатывают серийные автомобили, или пользуются услугами мелких фирм (а то и просто "гаражей"), специализирующихся на доработке АТС под местные условия. Объем таких доработок тоже, естественно, разный. Если в районах Западной Сибири дело ограничивается, как правило, утеплением моторного отсека, аккумуляторных батарей, кабины (кузова) и установкой дополнительных отопителей (в ряде случаев электрообогревателей, работающих от внешней сети), то в районах Северо-Востока (очень холодный климатический район) требуется более значительный объем конструктивных изменений. Здесь, кроме перечисленных выше мероприятий по утеплению, вводится обогрев топлива и даже вносятся изменения в тормозную систему (иногда с изме-

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Коллектив открытого акционерного общества "ГАЗ" поздравляет Центр испытаний НАМИ с 50-летием со дня основания!

В 1964 году был создан испытательный автомобильный полигон НАМИ, основной целью которого являлось обеспечение автомобильной промышленности экспериментально-исследовательской и научно-технической базой для проведения всех видов испытаний автотранспортных средств, их агрегатов, узлов и комплектующих.

На уникальном комплексе испытательных дорог и сооружений полигона проводились и проводятся испытания и доводка автомобильной техники всех заводов России.

В настоящее время Центр является крупнейшим в нашей стране испытательным центром и органом по сертификации механических транспортных средств и прицепов, запасных частей и принадлежностей.

Одним из первых заводов, начавших творческое сотрудничество с Вами, был Горьковский автомобильный завод. Наше сотрудничество плодотворно сказалось на создании оригинальных конструкций автомобильной техники с маркой "ГАЗ".

В тесном контакте ведутся и будут продолжаться совместные работы в вопросах повышения качества, надежности и эффективности эксплуатации автомобилей.

Еще раз от души поздравляем с 50-летием создания Центра испытаний НАМИ и желаем дальнейших творческих успехов в развитии отечественного атомобилестроения!

Объект регламентации	Технические требования (наименование, нормативный документ)	Категория ТС	Климатический район по ГОСТ Р 50992–96	
			УХЛ	ХЛ
Система пуска двигателя	ГОСТ Р 50992–96 (пп. 4.1.6–4.1.8; 4.2.2.1)	M; N	+	+
Система выпуска отработавших газов	Направление выпуска отработавших газов вправо или вверх	M2,3; N2,3	–	+
Обитаемое помещение (кабина, салон)	ГОСТ Р 50992–96 (пп. 4.1.2, 4.2.2.4), ГОСТ Р 50993–96 (пп. 5.1, 5.3.1);	M; N	+	+
	ГОСТ Р 50993–96 (пп. 5.3.2, 5.3.3)	M2,3; N2,3	–	+
Тормозная система. Пневмопривод	ГОСТ Р 50992–96 (п. 4.1.10)	M2,3; N2,3	+	+
Электрооборудование, освещение, сигнализация	Наличие передних противотуманных фар;	M; N	–	+
	Наличие прожектора-искателя с управлением из кабины;	M3; N3	+	+
	Положительный баланс электроэнергии в режиме движения "зима–ночь–шоссе–туман"	M; N	+	+
Цвет	Окраска в цвета, контрастные по отношению к белому	M; N	–	+
Прочие требования	Наличие в Руководстве по эксплуатации АТС сведений об особенностях эксплуатации в условиях низких температур	M; N	+	+

Примечания: "ХЛ" – очень холодной климатический район (Магаданская обл., Республика Саха-Якутия, северо-восток Красноярского края, север Хабаровского края); "УХЛ" – холодный климатический район (Красноярский край, Республика Коми, Омская, Свердловская, Томская, Тюменская, Новосибирская области; "+" – выполнение требований обязательно; "–" – выполнение требований желательно.

нением месторасположения штатных ресиверов и/или установкой дополнительных ресиверов в питающую магистраль пневмопривода, заменой штатных тормозных шлангов на "морозостойкие" собственного изготовления и т.д.), устанавливается двойное остекление кабины (кузова), выполняется ряд мероприятий по повышению надежности. А такие требования, как полная очистка ветрового стекла от обмерзания, выпуск отработавших газов вправо или вверх (для грузовых автомобилей и автобусов), установка задних фар с направлением светового потока вертикально вниз (для большегрузных автомобилей типа БелАЗ), даже узаконены решением местных органов власти, и их выполнение контролируется органами ГИБДД на линии и при прохождении очередного технического осмотра. Эта мера, конечно, юридически далеко не бесспорна, но она вынужденная и пользуется поддержкой и пониманием в эксплуатации.

Таким образом, на данный момент можно только констатировать тот факт, что ни имевшая ранее административная регламентация обязательного применения в северных регионах только АТС "северного" исполнения, ни многолетняя практика попыток административными методами "обеспечить" северные регионы "северной" же автомобильной техникой проблему не решили и не могут решить ее в принципе. Тем более что открытие границ для зарубежного производителя привело к появлению на российском рынке множества моделей, изготовителями которых или вообще не предусмотрено обозначение их климатического исполнения, или же это обозначение не согласуется с принятым в РФ.

Введение в действие российского технического регламента "О безопасности колесных транспортных средств (ТР БКТС)" положение только усугубило, поскольку отменило все ранее принятые нормативные документы и административные решения в области сертификации автомобильной техники. Это исключило даже существующую ранее гипотетическую возможность проведения официальных климатических оценок при сертификации даже тех АТС, которые заявляются производителями как АТС "северного" исполнения, не говоря уже о базовых "умеренных" моделях. И это несмотря на то, что эксплуатационные показатели большинства моделей, уже прошедших сертификацию, при отрицательных температурах, как всем хорошо известно, резко ухудшаются, а многие из них при температурах ниже 236 К (–35 °С) практически теряют свою работоспособность.

Отмечающиеся в эксплуатации существенные и повторяющиеся неисправности, в том числе критического характера, обусловленные спецификой региональных внешних воздействий, убедительно свидетельствуют о том, что подтверждение соответствия АТС действующим требованиям проекта технического регламента достаточным условием обеспечения безопасности конструкции в регионах Севера и Сибири не является. И если своевременно (а время еще есть) в технический регламент Таможенного союза не внести соответствующие изменения (дополнительные "климатические" требования и методы их оценки), данное положение сохранится и после введения в действие (начало 2015 г.) этого нормативного документа.

Выход один: включить в систему обязательной сертификации АТС, выпускаемых в обращение на территорию Таможенного союза, специальные дополнительные требования в отношении "климатической" их приспособленности. Пока что они могут базироваться на многократно апробированных в разных северных регионах требованиях, приведенных в таблице. Однако надо иметь в виду то, что их табличная номенклатура и нормативные значения показателей отражают лишь минимально допустимый уровень климатической безопасности автомобиля для "северного" потребителя и окружающей среды и не охватывают такие аспекты, как надежность, эффективность, комфортность, экономичность. Поэтому в дальнейшем, по мере развития конструкций автомобилей и стабилизации экономических условий в странах Таможенного союза, их придется развивать и совершенствовать. Тем не менее совершенно очевидно, что уже в ближайшие год–два (с учетом необходимой бюрократической процедуры) эти требования, повторяем, должны стать дополнением к ТР ТС БКТС с учетом следующих обстоятельств.

1. Регламентация технических требований только применительно к АТС специального "северного" исполнения не может решить проблему в принципе, что подтверждено многолетними неудачными попытками ее решения. При таком подходе существуют и в обозримом будущем будут существовать и активно использоваться вполне законные пути поставок в северные регионы автомобильной техники и без ее надлежащих проверок, а значит, в большинстве случаев заведомо не соответствующей требованиям безопасности и экологии.

2. Специальные требования ТР ТС БКТС будут эффективны только в том случае, если устанавливаемые дополнительные "северные" требования предъявлять ко всем, вне зависимости от их заявленного (декларированного) климатического исполнения, АТС, фактически поставляемым (или поставки которых планируются) в районы Таможенного союза с холодным климатом.

3. Соответствие АТС предъявляемым требованиям должно подтверждаться только климатическими испытаниями. При этом подтверждающим документом может быть, например, оформление климатического сертификата соответствия или другого аналогичного документа (свидетельства, декларации и т.п.) и (или) соответствующая отметка в "Одобрении типа транспортного средства". Более того, наличие таких подтверждений должно стать обязательным условием постановки АТС на учет.

Очевидно, что важной задачей ТР ТС БКТС (при условии внесения предлагаемых изменений) является рациональная и экономичная организация климатических испытаний и оценок АТС. И это вполне возможно. Например, применив упрощенные схемы оценки соответствия для впервые сертифицируемых в Российской Федерации типов АТС – такие, как декларирование соответствия или представление протоколов испытаний, самостоятельно проведенных производителем. Тем более что опыт здесь уже есть: аналогичная схема в отношении ряда сертифицируемых свойств предусмотрена действующим техническим регламентом и достаточно эффективно используется. Благодаря этой схеме изготовитель получает практически трехлетний период (до окончания срока действия выданного первичного "Одобрения типа..."), в течение которого он должен подтвердить соответствие проведением испытаний на базе специальных (климатических) лабораторий. При этом не исключено, что некоторые из этих лабораторий могут быть ориентированы на использование искусственных климатических камер. Однако главную роль должны все-таки играть натурные климатические испытания. Во-первых, они позволяют наиболее достоверно подтверждать то, что АТС сохраняет работоспособность в экстремальных дорожно-климатических условиях и окончательно оценивать его соответствие (несоответствие) предъявляемым "климатическим" требованиям; во-вторых, они в большинстве случаев дешевле полномасштабных испытаний в климатической камере.

Предварительные проработки основных технических аспектов организации таких испытаний есть. В частности, Центр испытаний НАМИ имеет опыт проведения испытаний не только на базе Северной испытательной станции, но и в Сургуте, Нефтеюганске, Новосибирске. Не составляет большого труда и организация аналогичных лабораторий в других местах преимущественного использования заявляемых типов АТС "северного" исполнения. Например, в районе Талаканского месторождения, г. Нерюнгри и др. Да и возможности и ресурсы Северной испытательной станции еще далеко не исчерпаны.

Все перечисленное позволит существенно расширить сезонные рамки периода испытаний АТС при более стабильных значениях параметров внешней среды и сделать такие испытания доступными, в том числе экономически, для любого производителя.

Таким образом, на основании того, что сказано выше, можно сделать следующие выводы.

1. Дорожно-климатические условия северных регионов – условия особые, существенно отличающиеся от условий центральных регионов России, Казахстана и Западной Европы, что нельзя не учитывать при разработке, испытаниях, доводке и сертификации АТС.

2. Действовавшие ранее "Система сертификации ГОСТ Р ..." и в настоящее время технический регламент задачи климатической приспособленности и безопасности АТС,

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ И ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Руководство и коллектив ОАО "АВТОВАЗ" сердечно поздравляет руководителей, ученых, исследователей, испытателей и всех работников Центра испытаний НАМИ с 50-летием со дня его основания!

С первого дня становления Волжского автомобильного завода автополигон НАМИ принимал самое активное участие в разработке и доводке моделей автомобилей марки "ВАЗ". Во всех их конструкциях есть весомая доля труда Вашего коллектива. Многие конструктивные решения нашли свою жизнь благодаря плодотворной работе специалистов автополигона.

Авторитет Центра среди научно-исследовательских центров неоспорим и заслужен. Ваш технический потенциал дает нам уверенность, что мы с Вами решим все вопросы, связанные с сертификацией автомобильной техники по непрерывно возрастающим требованиям безопасности.

В день рождения желаем Вам, дорогие друзья, так же активно работать на благо отечественной автомобильной промышленности, чтобы вывести ее на самые передовые рубежи! Поздравляя Ваш коллектив со знаменательным юбилеем, верим, что Вы достигните еще больших высот профессионализма, шагая в ногу со стремительным развитием науки и техники. Пройденный за 50 лет путь показывает, что Вы справитесь с любыми поставленными задачами!

Творческих успехов Вам, дорогие друзья!

несмотря на привлекаемые административные и нормативные ресурсы, решали и решают недостаточно эффективно.

3. Регламентация технических требований, предъявляемых только к АТС специального "северного" исполнения УХЛ (ХЛ), а не ко всем АТС, фактически поставляемым и используемым в районах с холодным климатом, не может решить проблему в принципе. Поэтому специальные "северные" требования должны предъявляться ко всем этим АТС. То есть их следует включить в технический регламент Таможенного союза.

4. Соответствие АТС этим требованиям должно подтверждаться в испытаниях с включением подтверждения соответствия в "Одобрении типа транспортного средства".

И последнее. В настоящее время некоторые зарубежные фирмы очень активно занимаются доводочными работами в отношении климатической приспособленности выпускаемых ими АТС. Например известно о климатической адаптации продукции индийской фирмы "ТАТА" и японской "Ниссан". Причем как в условиях высоких северных широт, так и в климатических камерах. В течение нескольких лет климатическую адаптацию автомобильной техники проводит китайская фирма "Чери" в районе г. Новосибирска. Однако в связи с отсутствием обязательных "северных" требований даже такие крупные фирмы ведут эти работы не системно, решаемые задачи выбирают самостоятельно, в основном ориентируясь на инженерную интуицию специалистов. Большинство же зарубежных фирм вообще пренебрегают данной темой и, экономя финансы и время, продолжают поставки, причем легальные, на российский рынок непроверенных конструкций.

ИСТОКИ И СТАНОВЛЕНИЕ АВТОПОЛИГОНА НАМИ – КРУПНЕЙШЕГО ЕВРОПЕЙСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Доктор техн. наук **И.В. БАЛАБИН**

Ровно 50 лет назад после окончания аспирантуры Московского автомеханического института (МАМИ) я был направлен во вновь организуемый Автополигон НАМИ и в конце 1964 г. приступил к работе по организации испытаний, располагая опытом, которым владел до аспирантуры, работая в качестве заведующего лабораторией дорожных испытаний ЦКТБ колесного производства. К тому времени из всех испытательных дорожных сооружений была построена первая испытательная трасса – скоростная дорога в виде четырнадцатикилометрового кольца с идеальным цементобетонным покрытием со всеми необходимыми элементами, открывшая возможность испытаний автомобилей с практически неограниченной скоростью в условиях гарантированной безопасности.

Я испытываю чувство законной гордости от того, что мне довелось оказаться в числе первооткрывателей столь важной и во многом беспрецедентной деятельности по полигонным испытаниям, включавшей, как все новое, многие неизвестные, полной романтики и элементов риска для жизни и здоровья, но бесконечно захватывающие увлекательные работы.

Хорошо помню первые испытания автомобилей КрАЗ по договору № 1 с Кременчугским автомобильным заводом, которыми начались продолжающиеся вот уже 50 лет работы по испытаниям автомобильной техники. Мне довелось быть руководителем первой испытательной бригады, в которую входили тогда еще молодые специалисты, среди которых был и будущий директор Автополигона, а затем и директор НАМИ В.Ф. Кутенев и другие молодые инженеры, впоследствии ставшие крупными специалистами в области автомобильной промышленности.

Строительство столь грандиозного испытательного сооружения представляло собой реальность сбывшейся мечты многих корифеев автомобильного дела...

К началу 1960-х годов мощь советского автопрома по сравнению с предвоенными и первыми послевоенными годами выросла многократно. Наряду с такими автозаводами-ветеранами, как ГАЗ, ЗИЛ и ЯАЗ, получили мировую известность УралАЗ, МАЗ, УАЗ, "Москвич" и др., планировалось строительство новых автогигантов (ВАЗ, КамАЗ). В связи с этим отрасли стал уже совершенно необходим единый центр для всесторонних испытаний и объективной оценки технического уровня и качества изготовления, способный также определять пути дальнейшего совершенствования отечественной автомобильной техники. Им стал "Автополигон НАМИ", задуманный как несколько обособленная часть "большого НАМИ" и служащий не только испытательной экспериментальной базой, но и имеющий в своем составе опытное производство моделей, разрабатываемых головным институтом, с тем, чтобы весь цикл создания новых образцов автомобилей, включая разработку технического задания, эскизное и рабочее проектирование, а также изготовление опытных образцов, их испытания и доводку сосредоточить в одном месте и уже готовую техническую документацию передавать на заводы для подготовки и организации серийного производства. И надо признать, с этой задачей Автополигон справился.

К началу 1990-х здесь были построены практически все необходимые для этого испытательные сооружения, увязанные в единый комплекс, заканчивалось строительство и оснащение необходимым оборудованием завода опытных конструкций. Но, как сказал В. Маяковский: "Любовная лодка разбилась о быт"...

Тем не менее Автополигон (в то время – НИЦИАМТ), не в пример другим научно-исследовательским организациям, остался на плаву: его деятельность актуальна и востребована независимо от политического и экономического уклада государства. И это еще одно доказательство мудрости и предвидения специалистов и руководителей нашего старшего поколения, имена которых обозначены в соответствующих документах, хотя может быть они заслуживают и большего.

Говоря о становлении и развитии Автополигона НАМИ – НИЦИАМТа – Центра испытаний НАМИ за прошедшие 50 лет, конечно, необходимо отметить мощное развитие экспериментально-испытательной базы, которая создавалась во многом за счет закупок

нового зарубежного испытательного оборудования. Однако главную роль здесь сыграла творческая активность специалистов предприятия, благодаря которой были созданы уникальные экспериментальные установки, до сих пор не имеющие достойных зарубежных аналогов. Чтобы убедиться в этом, достаточно упомянуть хотя бы две из них: стенд для определения жесткостных характеристик шин с гравитационной системой нагружения, позволяющей удерживать установленную нагрузку, не прибегая к ее корректировке в процессе эксперимента, что дает возможность обеспечить необходимую точность уникальных экспериментов по комплексному нагружению автомобильного колеса и открыть ряд новых закономерностей и взаимозависимости деформаций пневматической шины; и стенд для динамических испытаний шин. Это лишь два примера, но так же было и на других направлениях.

Кстати, хотелось бы особо подчеркнуть как положительный фактор удачно сложившийся симбиоз специалистов старшего и молодого поколения, значительная часть которого без отрыва от основной производственной деятельности заканчивала филиал МАМИ, организованный при Автополигоне и сыгравший важную роль в деле подготовки квалифицированных кадров испытателей. В рамках курсовых и дипломных проектов студентами создавались образцы нового экспериментального оборудования – и в этом еще одна сильная сторона становления и развития крупнейшего испытательного центра европейского масштаба, коллектив которого отличала активная творческая деятельность.

Для большинства сотрудников, трудившихся тогда на Автополигоне, работа приобрела смысл жизни, серьезно размыв понятие "рабочего времени": оно продолжалось с утра и до вечера, а то и заполночь, и было наполнено поиском оптимальных решений важнейших и неизведанных проблем. Каким накалом страстей и остротой сопровождались дискуссии даже по частным вопросам! Скажем, о выборе размера камня и профиля булыжной испытательной дороги, предназначенной для форсированных испытаний автомобильной техники. Ведь сократив их продолжительность, нельзя было допустить искажений результатов в сравнении с условиями регулярной эксплуатации.

Самоотверженный труд специалистов обеспечил высокий уровень экспериментальной базы. Одна только лаборатория шин и колес, руководить которой мне довелось, превратилась в крупный межотраслевой орган, способный решать практически все вопросы, связанные с оценкой эксплуатационных качеств опытных образцов автомобильных шин, сравнивать их с лучшими зарубежными аналогами и разрабатывать рекомендации по их совершенствованию и промышленному внедрению.

Разумеется, создавались и методики испытаний, для чего специалисты изучали отечественный и зарубежный опыт и чему во многом способствовала систематическая и квалифицированная работа сотрудников отдела научно-технической информации: благодаря их усилиям каждый ведущий сотрудник Автополигона регулярно получал папку-досье, содержащую новинки мирового автопрома с аннотациями и комментариями, что существенно сокращало затраты времени специалистов на изучение иностранных источников и позволяло "держать руку на пульсе" всего того нового, что имелось в отечественной и зарубежной литературе.

В результате напряженной деятельности коллектива специалистов Автополигона НАМИ, а также участию ученых и специалистов самого института был создан уникальный комплекс дорожного испытательного оборудования и вся необходимая методическая документация по проведению всесторонних, в том числе форсированных, полигонных испытаний автомобильной техники, что по достоинству было оценено руководством страны и выразилось в присуждении ведущим специалистам Автополигона Премии Совета Министров СССР.

Подтверждением высокого научного потенциала Автополигона тех лет следует считать и обретение рядом сотрудников ученых степеней доктора и кандидата технических наук. В частности, степень доктора присвоена С.Ф. Безверхому, В.Ф. Кутеневу, С.А. Лаптеву, А.Ф. Рябчинскому, А.А. Токареву,

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ!

Коллектив ООО "Павловский автобусный завод" поздравляет вас со знаменательным событием в жизни вашего коллектива – 50-летием Центра испытаний НАМИ.

Все эти полвека несколько поколений сотрудников наших предприятий трудились бок о бок над обеспечением и повышением безопасности и надежности российских автобусов.

И сегодня, подводя итоги этого этапа нашего длительного сотрудничества, мы вправе уверенно сказать, что оно всегда было плодотворным и эффективным, и прежде всего благодаря тому, что было построено на принципах необходимости обязательного решения поставленных задач, профессионального подхода к их выполнению и взаимопонимания.

Мы благодарны вам за тот вклад, который вы внесли и вносите в сохранение и повышение этих важных качеств выпускаемой продукции, стимулируя нас к этому и проявляя при этом необходимую настойчивость и твердость характера.

Мы много спорили и будем спорить, но мы всегда приходили к оптимальным решениям.

Мы благодарны вам также за непосредственное творческое участие в доводке новых моделей автобусов, как говорят, "до ума", где ваша квалификация, опыт и советы для нас очень ценны.

Еще раз поздравляя коллектив Центра с юбилеем, павловские автобусостроители уверены в дальнейшем развитии нашего сотрудничества и желают вам много новой и интересной работы и успехов в достижении поставленных целей!

По поручению коллектива ООО "Павловский автобусный завод"
Главный конструктор *И.Е. Чайкин*

В.П. Шалдыкину, а также автору этих строк, а степень кандидата наук – В.А. Ануфриеву, Е.И. Бурдасову, П.Н. Горячеву, О.В. Майбороде, Э.Н. Никульникову, В.И. Сальникову. Многие из них продолжили успешную научно-педагогическую деятельность в столичных вузах, передавая свои уникальные знания молодому поколению.

Лично для меня Автополигон НАМИ сыграл роль той замечательной питательной среды, которая обеспечила возможность достойно пройти весь путь научного роста, начиная от кандидата до доктора технических наук и профессора Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), где я, благодаря накопленному опыту, как и прежде востребован и отдаю свои знания моим ученикам, которые вместе со мной активно участвуют в научной жизни университета, внося свой вклад в создание и развитие научной школы, призванной решать актуальные проблемы безопасности конструкции автомобиля и автомобильных колес и шин, во многом определяющих экономичность автомобиля, его тяговую и тормозную динамику, устойчивость и управляемость, а также многие другие эксплуатационные свойства, ходовые качества и безопасность в целом.

Содержание

Загарин Д.А. – Пробег длиной в полвека 1

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Азаров В.К., Кутенев В.Ф., Эйдинов А.А. – Экологическая опасность активного использования невозобновляемых ресурсов и проблемы машиностроения 3

Загарин Д.А., Шабанов А.В., Ломакин В.В., Красавин П.А., Шабанов А.А. – Некоторые аспекты и тенденции развития экологически чистых автомобилей с электроприводом 6

Котиев Г.О., Горелов В.А., Захаров А.Ю. – Исследование динамики колесных машин на стенде с беговыми барабанами 9

Сальников В.И., Барашков А.А., Задворнов В.Н., Балакина Е.В. – Расчетно-экспериментальные универсальные зависимости для определения радиальной жесткости шин 13

Козлов Ю.Н., Сальников В.И., Барашков А.А., Балакина Е.В. – Определение взаимного положения зон разного трения в пятне контакта шины с опорной поверхностью 15

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Зарайский А.И. – Центр испытаний НАМИ – создатель теории и практики форсированных испытаний автомобильной техники . . 18

Семенихина И.К., Булычева З.Ю., Кунин Ю.И., Вижинский В.А., Вулых П.П. – Определение выбросов ненормируемых загрязняющих веществ двигателями АТС. Расчет и эксперимент 21

Задворнов В.Н., Кристальный С.Р., Барашков А.А., Попов Н.В., Фомичев В.А. – Определение эффективности действия АБС и сцепных характеристик ошипованных шин на льду 26

ИНФОРМАЦИЯ

Булычева З.Ю. – Комитет G13 ISO: разработка стандартов по оценке эмиссии летучих органических соединений и альдегидов от деталей интерьера автомобилей 30

Барашков А.А., Козлов Ю.Н., Прокофьев А.А., Сыропатов М.Б. – Развитие методов испытаний по оценке управляемости и устойчивости АТС 33

Зимнюхов А.В. – Технический регламент таможенного союза должен повышать безопасность и качество АТС, работающих в условиях холодного климата 34

Балабин И.В. – Истоки и становление автополигона НАМИ – крупнейшего европейского испытательного центра автомобильной техники 38

Главный редактор Н.А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И.В. Балабин – д-р техн. наук, **С.В. Бахмутов –** д-р техн. наук, **О.И. Гируцкий –** д-р техн. наук, **В.И. Гладков –** канд. техн. наук, **М.А. Григорьев –** д-р техн. наук, **А.С. Ковригин –** зам. генерального директора АСМ-холдинг, **С.М. Круглов** (МГМУ МАМИ), **Ю.А. Купеев –** д-р техн. наук, **Г.И. Мамити –** д-р техн. наук, **В.А. Марков –** д-р техн. наук, **А.В. Николаенко –** д-р экон. наук, **Э.Н. Никульников –** канд. техн. наук, **В.И. Пашков** (АМО "ЗИЛ"), **В.А. Сеин –** начальник аналитического отдела АСМ-холдинг, **Н.Т. Сорокин –** д-р экон. наук, **А.И. Титков –** канд. техн. наук, **В.Н. Филимонов** – ответственный секретарь

Белорусский региональный редакционный совет:
В.Б. Альгин (зам. председателя), **А.Н. Егоров, Ан.М. Захарик, Г.М. Кухаренок, П.Л. Мариев, Ю.И. Николаев, И.С. Сазонов, С.В. Харитончик**

Технический редактор *Жиркина С.А.*
Корректоры: *Сажина Л.И., Сонюшкина Л.Е.*
Сдано в набор 29.05.2014. Подписано в печать 26.06.2014.
Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.
Отпечатано в ООО "Канцлер".
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

ООО "Издательство Машиностроение"
Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Телефоны: (915) 412-52-56, (499) 269-54-98
E-mail: avtoprom-atd@mail.ru
www.mashin.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.