

О ПЕРВЫХ ШАГАХ ПО СОЗДАНИЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

THE FIRST STEPS TO CREATE DOMESTIC NEUTRALIZERS OF EXHAUST GASES FOR AUTOMOBILES AND TRACTORS

И.В. ИГНАТОВИЧ, к.т.н.
МЭЛ ЦНИТА, ЛАН ЦНИТА, НИЛТД, Москва, Россия

I.V. IGNATOVICH, PhD in Engineering
Moscow Experimental Laboratory of the Leningrad Central Scientific Research Institute of Fuel Equipment, Automotive Converters Laboratory of the Leningrad Central Scientific Research Institute of Fuel Equipment, Engine Toxicity Research Laboratory, Moscow, Russia

В статье изложена история разработки и создания первых отечественных нейтрализаторов отработавших газов двигателей внутреннего сгорания, которая началась с испытаний и исследований зарубежных нейтрализаторов. Рассмотрены последовательные этапы конструирования, исследования и испытания отечественных нейтрализаторов для бензиновых и дизельных двигателей. Изложен процесс разработки методик испытаний двигателей на токсичность, создания оценочных показателей и разработки нормативно-технической документации в области токсичности двигателей и автомобилей.

Ключевые слова: испытания, зарубежные нейтрализаторы, отечественные разработки, методики испытаний, стенд с беговыми барабанами, токсическая характеристика двигателя, автомобиля, нормативно-технические документы.

Для цитирования: Игнатович И.В. О первых шагах по созданию отечественных нейтрализаторов отработавших газов автомобилей и тракторов // Тракторы и сельхозмашины. 2021. № 6. С. 6–14.
DOI: 10.17816/0321-4443-2021-6-6-14

The article describes the history of the development and creation of the first domestic neutralizers of exhaust gases of internal combustion engines, which began with testing and research of foreign neutralizers. Sequential stages of design, study and testing of domestic converters for gasoline and diesel engines are considered. There are described the following processes: the process of developing methods for testing engines for toxicity and the process of creating estimated indicators and developing normative and technical documents in the field of toxicity of engines and vehicles.

Keywords: tests, foreign neutralizers, domestic developments, test methods, test bench with running drums, toxic characteristics of an engine, vehicle, regulatory and technical documents.

Cite as: Ignatovich I.V. The first steps to create domestic neutralizers of exhaust gases for automobiles and tractors. Traktory i sel'khoz mashiny. 2021. No 6, pp. 6–14 (in Russ.). DOI: 10.17816/0321-4443-2021-6-6-14

Мы были первыми в нашей стране! Что было за рубежом

О проблеме загазованности крупных городов выбросами автотранспорта впервые заговорили в США, в стране, где эта проблема остро проявилась в 1950-е г., в связи с высокой степенью автомобилизации. Сначала инженеры стали совершенствовать системы питания и зажигания двигателей. Оказалось, что добиться существенного улучшения ситуации без применения дополнительных устройств не-

возможно. Появились первые каталитические нейтрализаторы отработавших газов, двухкомпонентные, так называемого окислительного типа. Двухкомпонентными они назывались потому, что могли нейтрализовать только два токсичных компонента – окись углерода СО и углеводороды СН. Происходившие в нейтрализаторе реакции представляли собой окисление (дожигание) СО и СН с образованием углекислого газа и воды. Принципиально конструкция нейтрализаторов с течением вре-

мени не менялась и представляла собой корпус из нержавеющей стали, включенный в систему выпуска вместо глушителя. В корпусе располагается блок носителя, покрытый тончайшим слоем катализатора, который и доокисляет указанные токсичные компоненты. Выявилось, что лучшим катализатором является платина. Применение каталитических нейтрализаторов (КН) потянуло за собой распространение безсвинцовых бензинов, поскольку содержащийся в обычном этилированном бензине тетраэтилсвинец (ТЭС) «отравлял» платину, сводя на нет ее каталитическое действие.

В 1953 г. французская фирма Окси-Франс приступила к серийному производству нейтрализаторов, в которых использовался платиновый катализатор-оксидат Гудри, представляющий собой набор керамических стержней, закрепленных в шахматном порядке между параллельными керамическими пластинами. На стержни нанесен тонкий слой оксида алюминия, содержащий дисперсную платину.

У нас в стране

У нас в стране эти работы начались в 1961 году с образованием Московской экспериментальной лаборатории (МЭЛ).

Сюда (в МЭЛ) я в 1961 году, после окончания МАДИ, пришел молодым специалистом и был принят на должность конструктора 2-й категории.

Эта организация была буквально только что создана и называлась Московская экспериментальная лаборатория ЦНИТА (МЭЛ ЦНИТА). Таким образом, она находилась в подчинении ленинградского центрального научно-исследовательского института топливной аппаратуры (ЦНИТА).

Численность МЭЛ была в тот момент человек 15. Даже директора пока не было. Был заместитель директора – Могилевкин Борис Давыдович, прекрасный организатор производства и администратор.

И начали мы, молодые специалисты – выпускники МАДИ, с испытаний французских каталитических нейтрализаторов «Окси-Франс» с оксидатами Гудри.

Четкой структуры подразделений еще не было – кроме химической лаборатории другие подразделения пока не были обозначены.

Здесь, в Зеленом домике располагались: заместитель директора, уже упомянутый Борис

Давыдович, секретарь-машинистка симпатичная интеллигентная женщина средних лет Клара Моисеевна; кадровик Шарейко Владимир Николаевич. Конструкторско-испытательский блок: Комаров Николай Иванович – конструктор, мой непосредственный начальник, Лысых Юрий Михайлович – ведущий инженер, ответственный за дорожные и стендовые испытания. Кроме меня, молодого специалиста, выпускника МАДИ, в эту лабораторию по были направлены еще два выпускника МАДИ – Гаргала Рудольф и Величкина Надежда. Химическая лаборатория: начальник Масленковский Лев Григорьевич, лаборанты – Китова Наталья, Лосева Лида, Перевозчикова Аня.

В отдельном здании, метрах в ста, в одном корпусе – три испытательных бокса, пока только в стадии строительства. Здесь планируется проводить стендовые испытания бензинового и дизельного двигателей. Частично готов один бокс: стоит рама автомобиля ГАЗ-51 без кабины, кузова и трансмиссии – «голый» двигатель на раме с колесами и с выхлопной трубой, в которой вместо глушителя установлен нейтрализатор отработавших газов (французский «Окси Франс»). Вывод отработавших газов из бокса наружу.

Первые шаги, стендовые испытания

В боксе, где был установлен двигатель ГАЗ-51 (рис. 1), отработывалась методика отбора проб и проверка работы каталитического нейтрализатора на холостом ходу (тормозной установки для двигателя пока не было).

Пробы отработавших газов отбирались в стеклянные вакуумированные колбы (аспи-

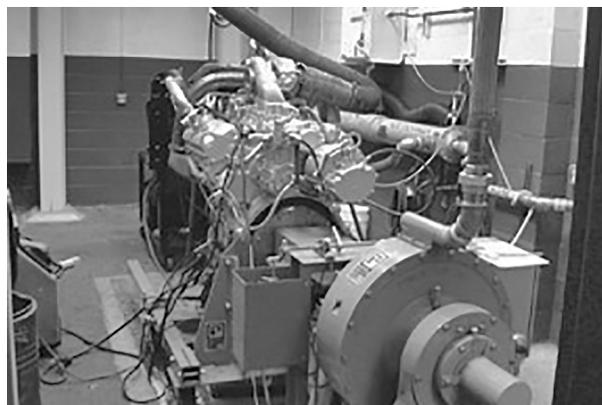


Рис. 1. Один из наших моторных боксов

Fig. 1. The one of our motor boxes

раторы) – до и после нейтрализатора. По две колбы: одна для определения окиси углерода и углеводородов, другая – окислов азота. Таким образом, только для одного режима работы двигателя (в данном случае – конкретная частота вращения коленчатого вала) требуется четыре колбы. Если, допустим, снимается характеристика холостого хода от минимальной частоты вращения до максимальной с интервалом 100 об/мин, то потребуется комплект до 30 колб, которые затем передаются в химическую лабораторию для последующего анализа.

А если снимаются нагрузочные характеристики, где число режимов значительно больше? Нужен большой ящик для колб. При стендовых испытаниях это еще терпимо.

Дорожные испытания

В дорожных испытаниях все значительно сложнее. Испытания проводились на 54 километре Киевского шоссе – ровный участок трассы, мало автомобильного движения. Испытатель сидит в кабине рядом с водителем (рис. 2), под ногами ящик с колбами. С одной



Рис. 2. Дорожные испытания

Fig. 2. Road tests

стороны колба оканчивается стеклянным наконечником, на который надет короткий конец резинового шланга, пережатый также винтовым зажимом (колба вакуумирована). Соединяешь колбу с пробоотборной трубкой, соединенной с выхлопной трубой и отвинчиваешь зажим. Газ наполняет колбу.

Это надо сделать быстро – необходимо успеть еще замерить расход топлива. Затем в обратном направлении на той же скорости движения проводишь повторный отбор пробы газов уже после нейтрализатора. И определяешь расход топлива. Затем повторяются все замеры на скоростях 40, 60, 80, 100 км/час.

Дорожные испытания проводились на автомобилях ГАЗ-51 и ЗИЛ-130 Автокомбината. Автомобили находились в обычной эксплуатации и через определенный пробег сотрудником МЭЛ проводятся контрольные отборы проб на 54-м километре Киевского шоссе.

На этом этапе испытывался французский нейтрализатор, своих разработок пока не было.

Приблизительно в это время я сменил амплуа: попросился у руководства перевести меня из конструктора на должность инженера-испытателя.

Позднее, из зарубежной литературы, мы узнали, что существуют методы измерений, осуществляемых при непрерывном отборе проб газов с автоматической записью результатов, то есть можно обойтись без колб. А также то, что обязательным оборудованием для контроля токсичности автомобилей является стенд с беговыми барабанами. Все это появится и у нас, но позже.

Лаборатория автомобильных нейтрализаторов (ЛАН ЦНИТА)

Как-то, не очень заметно, организацию нашу переименовали – она стала называться Лаборатория автомобильных нейтрализаторов (ЛАН ЦНИТА). Это было вызвано тем, что мы сами стали конструировать свои экспериментальные каталитические нейтрализаторы, базируясь на опыте создателей французского нейтрализатора.

А вскоре нам назначили долгожданного руководителя лаборатории – им стал заслуженный деятель науки и техники доктор технических наук Варшавский Илья Львович. С ним пришли два очень сильных инженера – Золотаревский Леонид Семенович и Малов Радий

Васильевич, кандидат технических наук. А они подтянули за собой мотористов-испытателей высокой квалификации – Желонкина и Гавшина.

Завершилась строительная часть моторных боксов, началась установка двигателей, монтаж и наладка испытательного оборудования, приборов.

Появились новые сотрудники и была re-организована структура ЛАН. Образованы: сектор бензиновых двигателей (СБД), сектор дизельных двигателей (СДД), сектор опытных конструкций (СОК), сектор дорожно-эксплуатационных испытаний (СДЭИ). Вместе с ранее существующей химической лабораторией они образовали единый основной исследовательский блок. СОК возглавил Шарапов Константин Андреевич (рис. 3), который был генеральным конструктором первого советского малолитражного автомобиля НАМИ-1. С Константином Андреевичем мне довелось вместе работать – проводить испытания нейтрализаторов его конструкции.



Рис. 3. К.А. Шарапов

Fig. 3. Konstantin A. Sharapov

Официальные сведения о Константине Андреевиче Шарапове

К.А. Шарапов родился в 1899 г., конструктор первого в СССР малолитражного автомобиля НАМИ-1 (рис. 4). Машина имела двухцилиндровый четырехтактный двигатель воздушного охлаждения, мощностью 18,5 л.с.; наибольшая скорость автомобиля 70 км/ч, расход топлива 9–10 л/100 км.



Рис. 4. Малолитражный автомобиль НАМИ-1

Fig. 4. Vehicle with small cylinder capacity NAMI-1

За период 1928–1930 гг. было выпущено 400 автомобилей НАМИ-1. Затем его руководством К.А. Шарапова была сконструирована малолитражка НАМИ-2.

С 1954 г. заведовал сектором опытных конструкций в институте двигателей АН СССР, в 1960 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Жидкостные нейтрализаторы

Начались работы по испытаниям жидкостных нейтрализаторов для дизельных двигателей. Я попал к Малову Радию Васильевичу в сектор дизельных двигателей. К тому, что Радий Васильевич – кандидат технических наук и бывший моряк-подводник, следует добавить блокадное Ленинградское детство зимой 1941–1942 гг. Так что это человек, закаленный жизнью, но веселый и общительный.

Первым – для дизельного двигателя ЯАЗ-М204В, мощностью 130 л.с. – был испытан жидкостный нейтрализатор фирмы «Зальцгиттер» (ФРГ), используемый в Германии на дизель-электрических вагонетках в подземных рудниках. Наши испытания показали, что нейтрализатор обеспечивает бездымный выхлоп и очистку газов от альдегидов и сажи почти полностью и на 30–60 % – от окислов азота, при смене раствора реагента через 7–8 часов работы.

Это было вполне приемлемо для применения жидкостного нейтрализатора дизельного двигателя в местах с положительной круглогодичной температурой воздуха: в подземных рудниках и в метро, при ночных путевых профилактических работах, когда там отключается электричество.

На основе результатов испытаний «Зальцгиттера» в 1963 г. нами был спроектирован и испытан жидкостный нейтрализатор для дизеля 1Д6, установленного на тепловозе ТГК для работы в ночное время в тоннелях ленинградского метро [1]. Эффективность работы нейтрализатора была такой же, как у «Зальцгиттера», при меньшем расходе раствора, благодаря установке водоотделительного циклона.

Для самоходной дизель-электрической вагонетки ВС-15, используемой в подземных рудниках (рис. 5), нами совместно со специалистами «Гипроуглемаш» был спроектирован и изготовлен опытный комбинированный нейтрализатор [2].

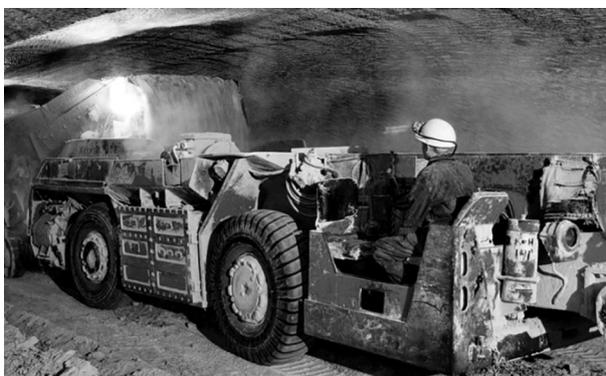


Рис. 5. Вагонетка в шахте

Fig. 5. Mine cart

Он включал себя жидкостный блок и низкотемпературный каталитический блок (гопкелит – смесь 65 % двуокиси марганца и 35 % окиси меди). Мое участие в этой работе ограничилось только стендовыми испытаниями. Ходовые наземные испытания вагонетки, оснащенной нейтрализатором, проводил Рудольф Гаргала.

Положительные результаты позволили Государственной комиссии рекомендовать к производству опытную партию вагонеток с нейтрализаторами для эксплуатационных испытаний в Джезказгане и Ачисае (Казахстан). Эти испытания проводили уже сотрудники «Гипроуглемаш».

Параллельно в других подразделениях Лаборатории проводились работы по исследованию влияния различных режимов работы двигателей, как бензиновых, так и дизельных, на содержание отравляющих веществ в отработавших газах. Велись конструкторские работы по созданию каталитических и жидкостных нейтрализаторов, по исследованию

снижения выбросов загрязняющих веществ при работе двигателей с нейтрализаторами, по разработке методов уменьшения выделения сажи и снижению выбросов загрязняющих веществ дизельными двигателями и другие.

Теория и практика дорожных испытаний

Методики и практика испытаний автомобилей на токсичность во всем диапазоне режимов работы, как в дорожных условиях, так и при стендовых испытаниях, постоянно совершенствовались. Была существенно изменена первоначальная методика и практика испытаний автомобилей на токсичность во всем диапазоне режимов работы.

Параллельно происходило и теоретическое (научное) осмысление результатов испытаний. Главным здесь был, конечно, Золотаревский Леонид Семенович. У нас не было такой официальной должности – заместитель директора по научной работе, но фактически Леонид Семенович общепризнанно таковым и являлся.

Для оценки двигателей внутреннего сгорания по влиянию их на состояние окружающей среды было предложен термин «токсичность двигателя». Термин вызвал нарекания медиков – токсикологов: они говорили, что токсичным может быть продукт, вещество, но никак не двигатель. Позже, когда мы разрабатывали Государственный стандарт на термины, мне удалось доказать правомочность этого понятия. В этом случае понятие «токсичность отработавших газов двигателя» совершенно законно заменяется понятием «токсичность двигателя».

Я занялся теоретическими расчетами: на основании своих экспериментальных стендовых испытаний двигателя на токсичность и данных о преимущественных режимах работы автомобиля в городе рассчитал пространственные характеристики выбросов CO и NOx.

Объемные графики наглядно выявляют те режимы работы двигателя, на которых в рассматриваемых условиях движения автомобиля выбрасывается наибольшее количество окиси углерода и окислов азота (рис. 6).

Эта работа легла в основу моей кандидатской диссертации, которая впоследствии стала называться «Разработка комплексных экологических показателей оценки качества двигателей внутреннего сгорания».

Развитие автотранспорта и последовавшее загрязнение воздуха городов выбросами

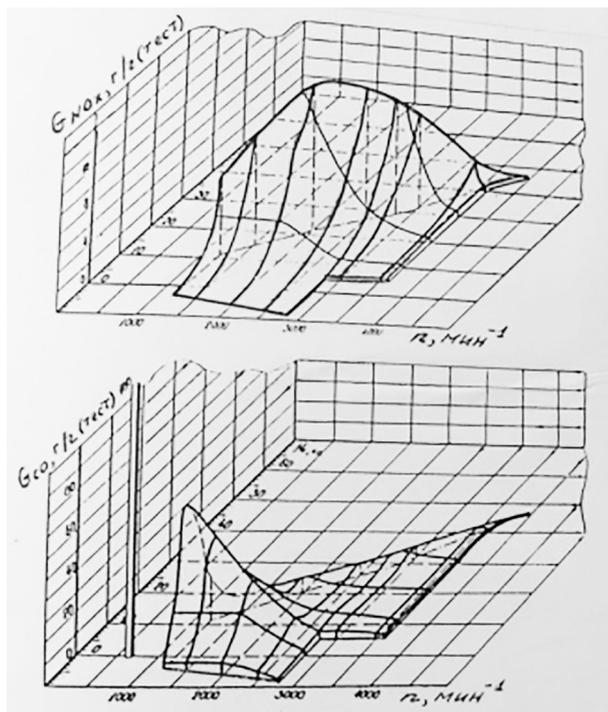


Рис. 6. Пространственные характеристик токсичности двигателя

Fig. 6. Spatial characteristics of engine toxicity

вредных веществ привело объективно к выявлению нового свойства автомобиля. Следовательно, появилась потребность в его новой дополнительной характеристике, и назовем ее «Токсическая характеристика автомобиля», которая отражает его способность загрязнять окружающий воздух токсичными веществами [3, 4].

По данным стендовых и дорожных испытаний двигателя на токсичность были разработаны методы сравнительных испытаний двигателей как с нейтрализатором, так и без него, испытаны нейтрализаторы различных конструкций, как жидкостные, так и каталитические, а также различные устройства, влияющие на состав отработавших газов [5, 6].

Сектор дорожно-эксплуатационных испытаний

Пройдя все должностные ступеньки: конструктор 2-й, затем 1-й категории, старший инженер-испытатель, ведущий инженер-испытатель, в 1970 г. я был назначен начальником сектора дорожно-эксплуатационных испытаний. Тогда это было вспомогательное подразделение, работавшее по тематике научных секторов – сектора бензиновых двигателей и сектора дизельных двигателей.

Через год мой сектор был преобразован в самостоятельный сектор дорожно-эксплуатационных исследований (СДЭИ) со своей тематикой научных работ.

За этот и последующий периоды была разработана система показателей оценки токсичности автомобилей и соответствующая методика проведения исследований.

В последующем, система легла в основу руководящих технических материалов миавтопрома СССР – РТМ 37.031.016.-80.

По этой методике проводились все важные испытания (исследования) токсичности автомобилей. Большинство с моим участием. Среди них:

- государственные испытания отечественных и зарубежных малолитражных автомобилей (председатель Комиссии чл.-корр. АН СССР Д.П. Великанов) – 5 автомобилей АЗЛК и 5 иномарок;

- межведомственные испытания газобаллонных автомобилей, автомобиля «Волга»: с двигателем Кушуля, с дизельным двигателем НАМИ 0101;

- текущие рабочие испытания: автомобилей с нейтрализаторами опытных конструкций, автомобилей с опытными антитоксичными присадками к топливу.

Важным этапом было проведение государственных сравнительных испытаний на токсичность отечественных и зарубежных легковых автомобилей (председатель Госкомиссии чл.корр. АН СССР Д.П. Великанов). Всего испытывалось 8 автомобилей – 4 автомобиля «Москвич-412» и 4 зарубежных: «Пежо», «Симка», «Фиат» и «Фольксваген». Все испытания и обработку результатов я провел лично.

Оценка токсичности производилась по упомянутому выше, предложенным мной, показателям, принятым Миавтопромом РТМ (руководящие технические материалы) – РТМ 37.031.016.-80 «Автомобили и двигатели. Выброс вредных веществ. Номенклатура показателей».

Проводились многочисленные дорожные испытания каталитических нейтрализаторов для разных марок автомобилей, в том числе эксплуатационные испытания в шахте (г. Солигорск).

Параллельно по моей методике на Владимирском тракторном заводе велись стендовые испытания дизельного двигателя ЯМЗ по исследованию изменения токсичности двигателя в процессе ускоренного износа.

По моему предложению проводились также исследования по продлению срока службы нейтрализаторов (комплект: экономайзер холостого хода + нейтрализатор) в условиях имитации горных дорог на автополигоне НАМИ.

В моем секторе работы энергично развивались. У нас установился прочный контакт с Автополигоном НАМИ. Начались мои интенсивные командировки на полигон.

Автополигон НАМИ – крупнейшая в стране и Европе специализированная научная и испытательная организация. Является центром экспериментальных исследований и разработки методологии испытаний автотранспортных средств и комплектующих изделий. Построен в 1964 г. в лесах Московской области, недалеко от г. Дмитрова.

В какой-то момент наша организация резко помолодела: к нам по распределению пришли молодые специалисты – выпускники МАМИ, сразу человек десять, может, даже больше. В мой сектор выделили: Дымента Сашу, Кисурину Любу, Носкова Володю и Рыбкина Юру. Мне исключительно повезло – все четверо гармонично вписались в коллектив, работали с интересом, дисциплинированно, инициативно, и, вообще, были приятными в общении люди.

Кстати, с удовольствием вспоминаю и основную костяк сектора: Григорян Виген, Гайдамако Николай Григорьевич, Павлов Николай, Прахов Афанасий Александрович, Яблоков Володя и копировщица Буздакова Людмила.

Кроме проведения текущих испытаний опытных нейтрализаторов и специальных экспериментов я продолжал «ковыряться» в некоторых теоретических вопросах.

В процессе испытательской работы осуществлялось теоретическое обоснование нового понятия – «токсичность автомобиля»; были разработаны формулы расчета показателей токсичности, уточнялись методы испытаний и обработки результатов испытаний.

В этот период за рубежом для оценки и проверки соответствия нормам токсичности автомобилей были приняты так называемые, ездовые циклы. Эти циклы воспроизводились при испытаниях автомобилей на специальных стендах с беговыми барабанами, оборудованных соответствующей аппаратурой и газоанализаторами. Появились циклы в США, Японии и Европе (Европейский ездовой цикл – правила 15 Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН). Наша страна (Минавтопром)

стала ориентироваться на Правила ЕЭК ООН, на Европейский ездовой цикл.

Однако, в нашей стране имелся только один стенд для испытаний автомобилей по Европейскому ездовому циклу – на автополигоне НАМИ, импортный, купленный за валюту в ФРГ.

Особо следует отметить создание собственными силами сектора стенда с беговыми барабанами (рис. 7) для испытания автомобилей по Европейскому ездовому циклу (рис. 8).

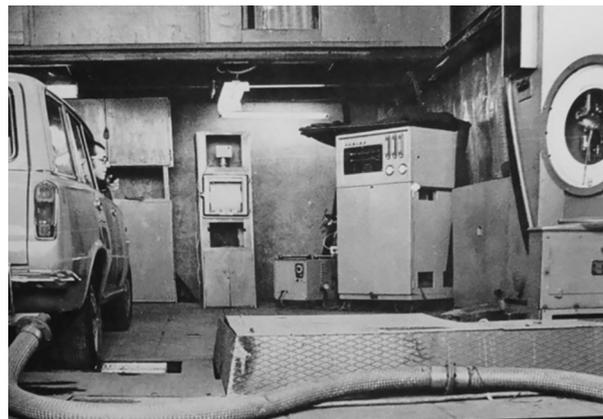


Рис. 7. Наш стенд с беговыми барабанами

Fig. 7. Our test bench with running drums

Мы в НИИТД, в нашем секторе, в большой степени силами молодых специалистов, упомянутых в предыдущем разделе, все сделали сами. За обычную советскую зарплату и небольшую премию.

Сравнительные испытания пяти автомобилей, проведенных на нашем стенде и на импортном стенде автополигона НАМИ, показали полную сопоставимость результатов.

Научно-исследовательский отдел стандартизации

Параллельно с перечисленными работами в секторе велись еще и подготовительные работы по стандартизации. На основе этих разработок в 1974 г. из моего сектора дорожно-эксплуатационных исследований руководством была выделена группа сотрудников и образован сектор стандартизации, начальником которого был назначен я.

Таким образом, из одного подразделения, которое возглавил я в 1970 г., было образовано еще одно, т.е. в ЛАНЭ возникло новое направление – разработка нормативно-технической документации в области токсичности двигателей.

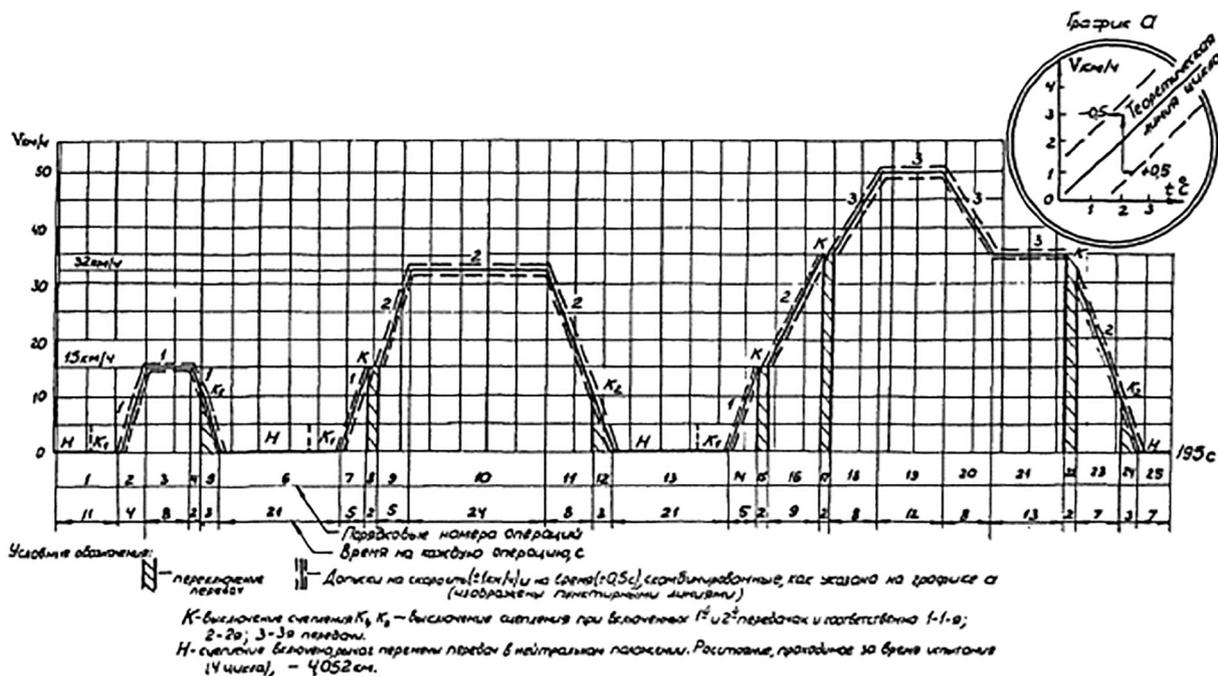


Рис. 8. Европейский ездовой цикл в координатах «скорость – время»

Fig. 8. European driving cycle in the coordinates "speed – time"

В 1976 г. статус сектора повысили: его преобразовали в научно-исследовательский отдел стандартизации; я был назначен его начальником.

В отделе были проведены предварительные поисково-аналитические работы по изучению иностранных стандартов по тематике «Токсичность и дымность двигателей», а также зарубежных материалов по метрологическому обеспечению стандартов.

По отечественным официальным документам была проведена оценка уровней токсичности и дымности отечественных двигателей и наших возможностей метрологического обеспечения стандартов [7–9].

На основе проведенной аналитической работы нашим отделом, совместно с соответствующими институтами Госстандарта, были разработаны и приняты Госстандартом СССР два первых стандарта в новой системе отечественных государственных стандартов «Охрана природы. Атмосфера»:

1) ГОСТ 17.7.1.01–76 «Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу». Это была наша совместная с НИИОГАЗом работа, включенная в план НИР НИЛТД, по моей инициативе Техническим управлением нашего Министерства;

2) ГОСТ 17.2.1.02–76 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения. Выбросы

двигателей автомобилей, тракторов, самоходных сельскохозяйственных и строительных машин» – это особая моя гордость, можно сказать, моя авторская работа.

Работали мы совместно с институтом Госстандарта ВНИИКИ.

Два этих ГОСТа в последующем были приняты как стандарты СЭВ, соответственно, СТ СЭВ 1365–78 и СТ СЭВ 1366–78.

Для нашей отрасли (Минтракторосельхозмаш) нашим отделом, совместно с сектором токсичности дизелей (А.И. Френкель), при методической помощи сектора стандартизации НАТИ были разработаны два отраслевых стандарта:

– ОСТ 23.1.440–76 «Дизели тракторные и комбайновые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения»;

– ОСТ 23.1. 441–76 «Дизели тракторные и комбайновые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения».

Заключение

Совершенствование технического регулирования экологической безопасности в стране привело к разработке в 2005 г. специального регламента на автомобильные выбросы, вступившего в силу с 1 апреля 2006 г. Регламент предусматривал поэтапное ужесточение тре-

бований – от уровня Евро-2 в 2006 г. до Евро-5 в 2014 г.

Тем самым Россия не только вводит в действие технические нормативы по выбросам автотранспорта, но и в значительной мере стимулирует внутренний рынок к производству средств, обеспечивающих выполнение этих нормативов.

Приятно осознавать, что наша работа, с которой мы начали свою трудовую деятельность и в свое время получила признание сведущих людей, постепенно совершенствовалась и сейчас реализуется в современном исполнении.

Литература

1. Гончаров В.В., Игнатович И.В., Малов Р.В. Жидкостный нейтрализатор отработавших газов для тепловоза // Городское хозяйство Москвы. 1964. № 4. С. 11–12.
2. Гаргала Р.В., Игнатович Н.И., Малов Р.В., Солопий И.С. Разработка и испытание нейтрализаторов отработавших газов дизель-электрических самоходных вагонеток // Горный журнал. 1965. № 12. С. 70–72.
3. Варшавский И.Л., Золотаревский Л.С., Игнатович И.В. Токсичность и токсическая характеристика автомобиля // Токсичность двигателей внутреннего сгорания и пути ее снижения: доклады симпозиума с участием специалистов стран СЭВ. М., 1966. С. 57–61.
4. Варшавский И.Л., Золотаревский Л.С., Игнатович И.В. Токсическая характеристика автомобиля и методы ее определения // Автомобильная промышленность. 1967. № 6. С. 32–38.
5. Игнатович И.В., Кутенев В.Ф., Малов Р.В. Общие положения теории оценки токсичности автомобиля // Автомобильная промышленность. 1979. № 7. С. 1–3.
6. Григорьян В.Т., Игнатович И.В., Манусаджянц Ж.Г., Яблоков В.Б. Исследование влияния антидетонационных присадок к бензинам на токсичность отработавших газов двигателя // Сборник трудов НИИАТ. М., 1978. С. 142–149.
7. Варшавский И.Л., Золотаревский Л.С., Игнатович И.В. Принципы нормирования автомобилей и двигателей по признаку токсичности. Сборник трудов ЛАНЕ, М., Изд-во «Знание», 1969. С. 41–60.
8. Игнатович И.В., Кутенев В.Ф. О стандартизации комплексных показателей токсичности двигателей автомобилей // «Стандарты и качество». 1980. № 4. С. 61–64.
9. Игнатович И.В., Кутенев В.Ф., Рывинский Г.Н. Квалиметрический метод оценки токсичности двигателя // Вестник машиностроения. 1991. № 7. С. 9–12.

References

1. Goncharov V.V., Ignatovich I.V., Malov R.V. Liquid catalytic converter for diesel locomotive. Gorodskoye khozyaystvo Moskvy. 1964. No 4, pp. 11–12 (in Russ.).
2. Gargala R.V., Ignatovich N.I., Malov R.V., Solopiy I.S. Development and testing of exhaust gas neutralizers for diesel-electric self-propelled trolleys. Gornyy zhurnal. 1965. No 12, pp. 70–72 (in Russ.).
3. Varshavskiy I.L., Zolotarevskiy L.S., Ignatovich I.V. Toxicity of the vehicle. V kn. Toksichnost' dvigateley vnutrennego sgoraniya i puti yeye snizheniya. Doklady simpoziuma s uchastiyem spetsialistov stran S-EV [In the book: Toxicity of internal combustion engines and ways to reduce it. Reports of the symposium with the participation of experts from the CMEA countries]. Moscow, 1966, pp. 57–61 (in Russ.).
4. Varshavskiy I.L., Zolotarevskiy L.S., Ignatovich I.V. Toxic characteristics of the vehicle and methods for its determination. Avtomobil'naya promyshlennost'. 1967. No 6, pp. 32–38 (in Russ.).
5. Ignatovich I.V., Kutenev V.F., Malov R.V. General provisions of the theory of assessing the toxicity of vehicle. Avtomobil'naya promyshlennost'. 1979. No 7, pp. 1–3 (in Russ.).
6. Grigor'yan V.T., Ignatovich I.V., Manusadzhants Zh.G., Yablokov V.B. Study of the effect of anti-knock additives for gasoline on the toxicity of engine exhaust gases. Sbornik trudov NIAT. Moscow. 1978, pp. 142–149 (in Russ.).
7. Varshavskiy I.L., Zolotarevskiy L.S., Ignatovich I.V. Principles of standardization of vehicles and engines on the basis of toxicity. V kn. Sbornik trudov LANE, Moscow, Izd-vo «ZnaniYE», 1969, pp. 41–60 (in Russ.).
8. Ignatovich I.V., Kutenev V.F. Standardization of complex indicators of toxicity of vehicle engines. «Standarty i kachestvo». 1980. No 4, pp. 61–64 (in Russ.).
9. Ignatovich I.V., Kutenev V.F., Rytvinskiy G.N. Qualimetric method for assessing engine toxicity. «Vestnik mashinostroyeniYA», 1991. No 7, pp. 9–12 (in Russ.).