I pysobik

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство "Инновационное машиностроение" Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

А.Н. Ременцов,

Адрес издательства

Тел. (495) 661-03-36

д-р пед. наук, канд. техн. наук

О.Н. Румянцева. Л.Х. Валеев. ген. дир. ООО "Издательство д-р техн. наук В.А. Волчков "Инновационное С.М. Гайдар, машиностроение" д-р техн. наук А.Ф. Синельников, Л.В. Грехов, канд. техн. наук, проф. д-р техн. наук, проф. А.А. Солицев. В.А. Зорин, д-р техн. наук д-р техн. наук В.С. Устименко, В.В. Комаров, канд. техн. наук канд. техн. наук Х.А. Фасхиев, В.А. Марков, д-р техн. наук, проф.



HOMEPE:

Конструкция

Тарасик В. П., Савицкий В. С. Методика проектирования механизма управления фрикционами гидромеханической передачи на основе математического моделирования процесса его функционирования

Эксплуатация. Ремонт

- Дьяков И. Ф. Оценка режима движения грузового автотранспорта
- Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей транспортных средств в присутствии некоторых боратов



- Гусаков С. В., Марков В. А., Савельев М. А. Управление мошностью автомобильного
- Козловский В. Н., Петровский С. В., Колюжный Г. С. Актуализация задачи разработки информационно-диагностического, интеллектуального комплекса оценки параметров системы зажигания электрооборудования автомобилей

Транспортный комплекс

Смык А. Ф., Спиридонова Л. В., Спиридонов А. А. Императорское Русское Техническое Общество и развитие двигателестроения в России

Профессия

Хазиев А. А., Малин И. С., Ласков А. А. 42 В МАДИ школьники крутили гайки, накачивали шины и гоняли на спортивных автомобилях

Безопасность

Крамаренко Б. А. История развития и анализ эволюции технических осмотров транспортных средств

Пресс-тур

Н.Д. Чайнов, д-р техн. наук, проф.

д-р техн. наук, проф.

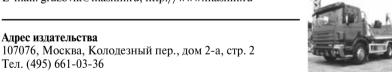


Корпункт: Я.Е. Карповский (г. Минск)

Адрес редакции: 107076. Москва. Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12

Тел. (499) 269-48-96

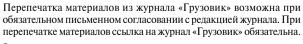
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru



Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС 77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс: по каталогу "Роспечать" 373409, по объединенному каталогу "Пресса России" 39799, по каталогу "Почта России" 25782

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2016



За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель







Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней http://perechen.vak2.ed.gov.ru/ Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru. Пятилетний импакт-фактор РИНЦ 2015 г. — 0,208. Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2014 г. по тематике "Транспорт" — 11; по тематике "Машиностроение" — 44. http://elibrary.ru/title_about.asp?id = 9777 Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

<u>6</u> 2016

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering" Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

Editorial council

D.Kh. Valeev. O.N. Rumyantseva, dr en s General Director. V.A. Volchkov JSC "Publisher S.M. Gaydar, "Innovative Engineering" dr.en.s., prof, A.F. Sinel'nikov, L.V. Grekhov, PhD in en.s., prof. dr.en.s., prof. A.A. Solntsev, V.A. Zorin, dr en s V.S. Ustimenko, dr.en.s. V.V. Komarov, PhD in en.s. PhD in en.s. Kh.A. Faskhiev, V.A. Markov, dr.en.s., prof. N.D. Chaynov, dr.en.s., prof. A.N. Rementsov. dr.en.s., prof.









Tarasik V. P., Savitski V. S. Hydromechanical transmission control mechanism design method based on mathematical modeling during its functioning

Design

CONTENTS:

Exploitation. Renovation

- Dyakov I. F. Evaluation of the modes of trucks' motion
- Fadeev I. V., Rementcov A. N., Sadaddinov S. V. Detergents and anti-corrosive properties of synthetic detergents for nodes and details of vehiclesin the presence of certain borate

Research. Calculation

- Gusakov S. V., Markov V. A., Savel'jev M. A.
 Power Control of the Automotive Diesel Engine
- Kozlovskiy V. N., Petrovski S. V., Kolyuzhny G. S. Actualization task of developing information and diagnostic, predictive of the complex estimation of the parameters of the ignition system of electric automobiles

Transportation complex

33 Smyk A. F., Spiridonova L. V., Spiridonov A. A. The Imperial Russian Technical Society and Engine Building Development in Russia

Profession

Haziyev A. A., Malin I. S., Laskov A. A.
In MADI school students twisted nuts, pumped up tires and drove on sports cars

Security

- **Kramarenko B. A.** History of development and analysis of evolution of technical examinations of transaportnykh of facilities
- 47 Press Tour

Correspondent's office:

dr. Hab. PhD in en.s.

Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:

107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2, p. 12 Ph. (499) 269-48-96

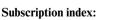
E-mail: qnjzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru http://www.mashin.ru

Address of publishing house

107076, Kolodezny Lane, house 2, p. 2 Ph. (495) 661-03-36

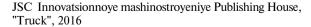
The magazine is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor).

Registration number PI number FS77.-63955



on December 9, 2015

according to the catalog "Rospechat" 373409, according to the integrated catalog "Press of Russia" 39799, according to the catalog "Russian Post" 25782



The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.





The journal is included in the list approved by the WAC RF publishers for publications of papers candidates degrees http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
System of Russian Science Citation Index www.elibrary.ru.
Five-year impact factor INDEX 2015 — 0.208.
Place in rating of SCIENCE INDEX for 2014, on the theme "Transport" — 11; on the theme of "Engineering" is 44.

http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777
Information on the site "Autotransportnik.ru"

УДК 517.958:629.113

В. П. Тарасик, д-р техн. наук, профессор, В. С. Савицкий, аспирант,

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

E-mail: avtomobili@bru.by

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОНАМИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Разработана математическая модель механизма управления фрикционами гидромеханической передачи. Приведены результаты моделирования процессов его функционирования при переключении передач. Исследованы зависимости выбранных критериев качества функционирования от изменения параметров механизма. Приведены графики переходных процессов механизма управления. Изложена методика оптимизации параметров объекта проектирования.

Ключевые слова: карьерный самосвал, гидромеханическая передача, механизм управления фрикционами, параметры механизма, критерии качества переходных процессов.

Mathematical model of hydromechanical transmission control mechanism was developed. The results of the simulation of its operation during gear shift are shown. Research of the dependence of the selected functioning quality criteria of mechanism parameters variation. Graphs of transient processes of control mechanism are shown. Set out the methods of design object parameters optimization.

Keywords: dump truck, hydromechanical transmission, clutch control mechanism, mechanism parameters, quality criteria of the transient processes.

На карьерных самосвалах БелАЗ грузоподъемностью 45...60 тонн применяется гидромеханическая передача (ГМП) с мехатронной системой автоматического управления и диагностирования (МСАУ) [1].

В состав ГМП входят гидротрансформатор ЛГ-470 ПП и шестиступенчатая планетарная коробка передач (ПКП), переключение ступеней в которой осуществляется многодисковыми фрикционами с электрогидравлическим приводом управления. ПКП представляет собой композиционную структуру и состоит из двух компонентов — двухступенчатого делителя и трехступенчатой базовой коробки передач (БКП). Кинематическая схема ПКП приведена в [2].

Применение мехатронной системы автоматического управления (МСАУ) позволило существенно улучшить ряд показателей эксплуатационных свойств самосвала, повысить безопасность движения, увеличить ресурс механизмов трансмиссии, создать комфортные условия труда водителю. Улучшение этих свойств повышает конкурентоспособность самосвала. В разработке МСАУ принимали участие сотрудники кафедры "Автомобили" Белорусско-Российского университета, в том числе авторы данной статьи.

В техническом задании на разработку МСАУ сформулированы следующие основные требования:

- обеспечение непрерывного подвода потока энергии к ведущим колесам в процессе переключения передач с целью повышения средней скорости движения и производительности самосвала;
- снижение динамических нагрузок в трансмиссии и теплонапряженности фрикционов в переходных процессах при переключении передач с целью повышения ресурса всех механизмов трансмиссии (коробки передач, главной передачи, колесной передачи, карданных передач);
- повышение плавности включения фрикционов при переключении передач с целью исключения рывков и неравномерности движения самосвала, улучшения условий труда водителя;
- адаптация характеристик механизма управления переключением передач к изменению параметров ГМП и эксплуатационных условий;
- исключение ошибочных действий водителя по управлению гидромеханической передачей с целью повышения безопасности движения и снижения вероятности перегрузки механизмов трансмиссии;

— обеспечение оперативного диагностирования технического состояния механизмов гидромеханической передачи с целью своевременного обнаружения и устранения неполадок, исключения аварийного состояния ГМП.

Для выполнения этих требований ГМП оборудована системой датчиков, позволяющих фиксировать процессы функционирования всех основных механизмов, включая механизмы системы управления, а каждый фрикцион ГМП снабжен автономным механизмом управления.

Наибольшую сложность при разработке МСАУ представило создание механизмов управления фрикционами ГМП, посредством которых осуществляется переключение передач, блокирование и разблокирование гидротрансформатора. Качество функционирования механизмов управления фрикционами (МУФ) определяет технический уровень МСАУ и возможность выполнения предъявляемых к ней требований. Поэтому основное внимание уделялось проектированию, расчетно-теоретическим и экспериментальным исследованиям этих механизмов. При этом решались задачи синтеза характеристик управления фрикционами, выбора принципиальной схемы МУФ, определения его основных параметров, разработки конструкции, синтеза алгоритмов управления фрикционами и разработки программного обеспечения микропроцессорного контроллера управления ГМП.

Для осуществления проектирования МУФ необходимо располагать методиками определения параметров его компонентов, построения статических и

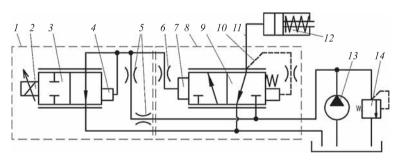


Рис. 1. Принципиальная схема системы гидропривода управления фрикционом ГМП:

1— регулятор давления; 2— пропорциональный электромагнит; 3— дросселирующий гидроклапан; 4— полость регулируемого давления; 5— дроссели ограничения расхода на слив из регулятора; 6— дроссель полости управления регулятора-распределителя; 7— полость управления регулятора-распределителя; 8— регулятор-распределитель; 9— запорно-регулирующий орган; 10— канал гидравлической обратной связи регулятора-распределителя; 11— гидромагистраль подвода рабочей жидкости в гидроцилиндр; 12— гидроцилиндр фрикциона; 13— гидравлический насос; 14— переливной клапан

динамических характеристик процессов функционирования, получения показателей качества переходных процессов и оценки эффективности выполнения процессов управления. Анализ литературных источников по тематике поставленных вопросов показал, что имеются лишь публикации по расчету статических характеристик аналогичных механизмов. Материалов по расчетной оценке качества переходных процессов и устойчивости функционирования подобных автоматических систем не обнаружено. Поэтому возникла необходимость решения отмеченных проблем на основе математического моделирования процессов функционирования МУФ при переключении передач.

Принципиальная схема системы электрогидравлического привода управления фрикционом представлена на рис. 1. В состав системы входят: регулятор давления I; регулятор-распределитель \mathcal{E} ; гидроцилиндр фрикциона I2, осуществляющий сжатие пакета фрикционных дисков при включении передачи; источник энергии — гидравлический насос I3 с переливным клапаном I4; гидравлические магистрали, связывающие между собой механизмы системы [1].

Для включения фрикциона необходимо сформировать в гидромагистрали 11 сигнал гидравлического давления с соответствующей циклограммой его изменения во времени. Формирование команды на управление осуществляет микропроцессорный контроллер ГМП. Контроллер располагает модуляторами широтно-импульсных сигналов (ШИМ), которые по соответствующим алгоритмам формируют

электрические сигналы, подаваемые на пропорциональные электромагниты механизмов управления фрикционами (МУФ). Величина силы тока пропорциональна скважности широтно-импульсного сигнала. Мощность электромагнита недостаточна для формирования сигнала управления фрикционом, поэтому конструкция МУФ выполнена по двухкаскадной схеме. Первый каскад составляет регулятор давления *1*, а второй — регуляторраспределитель *8*.

Регулятор давления *1* представляет собой электрогидравлический пропорциональный клапан, в состав которого входит пропорциональный электромагнит *2* и дросселирующий гидроклапан *3* с шариковым запорно-регулирующим органом. На выходе *4* регулятора давления формируется гидравлический сигнал, давление которого пропорционально

величине тока в обмотке электромагнита 2. Этот сигнал поступает в полость управления 7 регулятора-распределителя 8, осуществляющего его усиление и подачу в гидроцилиндр фрикциона 12.

Регулятор-распределитель 8 выполнен в виде трехлинейного дросселирующего золотникового многопозиционного гидроаппарата 9с обратной связью 10 по давлению на его выходе. В результате давление потока жидкости, поступающего из регуляторараспределителя 8 в гидроцилиндр фрикциона 12, также пропорционально силе тока, подаваемого на обмотку электромагнита 2.

Дроссели 5 ограничивают расход на слив из регулятора давления, а дроссель 6 стабилизирует процесс функционирования регулятора-распределителя.

При моделировании рассматривалась дискретная структура системы гидропривода каждого фрикциона. Принималось во внимание, что характеристики

магистралей гидроприводов управления фрикционами могут существенно различаться, так как фрикционы расположены в различных местах передачи.

На основе метода сосредоточенных масс [3] разработана динамическая модель системы гидропривода управления фрикционом, представленная на рис. 2. Она учитывает инерционные, упругие и диссипативные свойства всех компонентов системы гидропривода и ее гидромагистралей, а также изменение дросселирующих щелей регулятора давления, регулятора-распределителя и переливного клапана. На рис. 2 приняты обозначения: ПК — переливной клапан; РД — регулятор давления; РР — регулятор-распределитель; ГЦФ — гидроцилиндр фрикциона.

В динамической модели выделено 6 инерционных элементов (сосредоточенных масс) с параметрами m_{ri} , i = 1, 6, кг/м⁴. Они учитывают инерционные свойства золотников m_{r1} и $m_{\Gamma 3}$, поршня $m_{\Gamma 4}$ и жидкости в магистралях $m_{\Gamma 5}, m_{\Gamma 6}, m_{\Gamma 7}$. Учтены также электромагнитные и механические инерционные свойства РД, отображаемые индуктивностью обмотки пропорционального электромагнита $L_{\rm эм}$, $\Gamma_{\rm H}$, и суммарной массой его штока и запорнорегулирующего органа гидроклапана m_2 , кг. Следовательно, система имеет восемь степеней свободы. Упругие элементы учитывают упругие свойства гидромагистралей и объемов жидкостей в полостях механизмов (коэффициенты жесткости c_{ri} , $i = 1, 8, H/м^3$), возвратных пружин золотников $c_{\rm B\Pi 1}, c_{\rm B\Pi 3}$ и поршня $c_{\rm B\Pi 4}, H/{\rm M}.$ Диссипативные свойства гидромагистралей учтены коэффициентами гидравлических сопротивлений $\mu_{{\rm T}i}, i=\overline{1,4}, \ {\rm H\cdot c/m^5}, \ {\rm коэффициентами} \ {\rm трения} \ {\rm в} \ {\rm со-пряжения} \ {\rm золотников} \ {\rm c} \ {\rm корпусами} \ \mu_{{\rm Tp}1}, \mu_{{\rm Tp}3}, \ {\rm штока} \ {\rm электромагнита} \ \mu_{{\rm Tp}2} \ {\rm u} \ {\rm поршня} \ \mu_{{\rm Tp}4}, \ {\rm H\cdot c/m}.$

Для определения состояния сосредоточенных масс и характеристик их движения введена система фазовых координат типа потока: для золотников — расходы (подачи) жидкости в их рабочие полости Q_1 , Q_3 , для поршня — Q_4 , для гидромагистралей — Q_5 , Q_6 , Q_7 , м 3 /с. Положения золотников ПК, РД и РР определяются координатами x_1, x_2, x_3 , а поршня — координатой x_4 , м. Положительные направления фазовых координат показаны стрелками на динамической модели. Давления жидкости в рабочих полостях механизмов и в гидромагистралях обозначены p_{vi} , $i=\overline{1,8}$, Па.

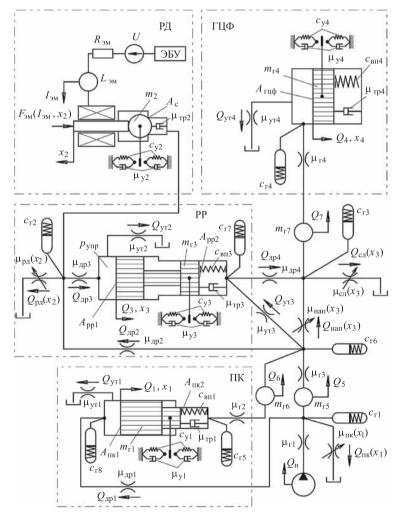


Рис. 2. Динамическая модель системы гидропривода управления фрикционом ГМП

Так как перемещения золотников ПК, РД и РР и поршня ГЦФ ограничены слева и справа стенками (виртуальные связи), то для обеспечения устойчивости процесса интегрирования системы дифференциальных уравнений введены параметры элементов этих ограничений — упругих с коэффициентами жесткости c_{yi} , $i=\overline{1,4}$, Н/м и диссипативных с коэффициентами демпфирования μ_{yi} , $i=\overline{1,4}$, $H\cdot c/m$. Наличие дросселей в системе учтено параметрами их гидравлических сопротивлений $\mu_{дpi}$, $i=\overline{1,4}$, $H\cdot c/m^5$. Расходы на дросселях обозначены $Q_{пpi}$, $i=\overline{1,4}$, M^3/c .

Для учета утечек через зазоры клапанов и гидроцилиндра введены параметры их гидравлических сопротивлений $\mu_{\text{ут}i},\ i=\overline{1,4},\ \mathbf{H\cdot c/m^5}$ и соответствующие им расходы утечек $Q_{\text{ут}i},\ i=\overline{1,4},\ \mathbf{m^3/c}.$

Процесс функционирования механизмов ПК, РД и PP сопровождается дросселированием потока жидкости, проходящей через дросселирующие щели, параметры которых изменяются в зависимости от перемещений золотников x_i . На динамической модели параметры регулируемых дросселирующих щелей имеют следующие обозначения: для ПК — коэффициент сопротивления $\mu_{\Pi K}(x_1)$ и расход $Q_{\Pi K}(x_1)$; для РД — $\mu_{\text{рк}}(x_2)$ и $Q_{\text{рд}}(x_2)$; для напорной щели PP — $\mu_{\text{нап}}(x_3)$ и $Q_{\text{нап}}(x_3)$; для сливной щели — $\mu_{\text{сл}}(x_3)$ и $Q_{\text{сл}}(x_3)$.

Построение математической модели системы управления фрикционом осуществлено на основе структурно-матричного метода [3]. Согласно этому методу составляются топологические и компонентные уравнения. Топологические уравнения описывают структуру моделируемой системы и условия динамического равновесия сосредоточенных масс. Их составляют на основе принципа Даламбера. Для моделируемой системы получены следующие топологические уравнения:

$$\begin{split} dQ_1/dt &= \left(p_{y8} - F_{\text{B}\Pi 1}/A_{\Pi\text{K}1} - Q_1\mu_{\text{Tp}1}/A_{\Pi\text{K}1}^2 - F_{y1}/A_{\Pi\text{K}1} - p_{y5}A_{\Pi\text{K}2}/A_{\Pi\text{K}1}\right)/m_{\text{\Gamma}1};\\ dQ_3/dt &= \left(p_{\text{y}\Pi\text{p}} - F_{\text{B}\Pi 3}/A_{\text{pp}1} - Q_3\mu_{\text{Tp}3}/A_{\text{pp}1}^2 - p_{y7}A_{\text{pp}2}/A_{\text{pp}1} - F_{y3}/A_{\text{pp}1}\right)/m_{\text{\Gamma}3};\\ dQ_4/dt &= \left(p_{y4} - F_{\text{B}\Pi 4}/A_{\text{\Gamma}\Pi\text{ф}} - Q_4\mu_{\text{Tp}4}/A_{\text{\Gamma}\Pi\text{ф}}^2 - F_{y4}/A_{\text{\Gamma}\Pi\text{ф}}\right)/m_{\text{\Gamma}4};\\ dQ_5/dt &= \left(p_{y1} - Q_5\mu_{\text{\Gamma}\Pi 3} - Q_5|Q_5|\mu_{\text{F}H3} - p_{y6}\right)/m_{\text{\Gamma}5};\\ dQ_6/dt &= \left(p_{y5} - Q_6\mu_{\text{\Gamma}\Pi 2} - Q_6|Q_6|\mu_{\text{F}H2} - p_{y6}\right)/m_{\text{\Gamma}6};\\ dQ_7/dt &= \left(p_{y3} - Q_7\mu_{\text{\Gamma}\Pi 4} - Q_7|Q_7|\mu_{\text{F}H4} - p_{y4}\right)/m_{\text{\Gamma}7};\\ dI_{9\text{M}}/dt &= \left(U - I_{9\text{M}}R_{9\text{M}}\right)/L_{9\text{M}};\\ dv_2/dt &= \left(F_{9\text{M}}(I_{9\text{M}}, x_2) - p_{y2}/A_{\text{c}} - v_2\mu_{\text{Tp}2} - F_{y2}\right)/m_2;\\ dx_1/dt &= Q_1/A_{\text{pp}1};\\ dx_2/dt &= v_2;\\ dx_3/dt &= Q_3/A_{\text{pp}1};\\ dx_4/dt &= Q_4/A_{\text{\Gamma}\Pi\text{Φ}}. \end{split}$$

В уравнениях (1) приняты следующие обозначения: $F_{\rm BII}$ — усилия возвратных пружин ПК, РР, ГЦФ, Н; $A_{\rm IRI}$, $A_{\rm IRK2}$ — площади торцов золотника ПК, м²; $p_{\rm упр}$ — давление в полости управления РР, Па; $A_{\rm ppl}$, $A_{\rm pp2}$ — площади торцов золотника РР, м²; $A_{\rm гцф}$ — площадь поршня, м²; $I_{\rm 3M}$ — ток в обмотке электромагнита, А; U — напряжение, подаваемое в обмотку управляющего сигнала, формируемого контроллером, В; $R_{\rm 3M}$ — активное сопротивление обмотки, Ом; v_2 — скорость перемещения штока электромагнита совместно с запорно-регулирующим органом РД, м/с; $F_{\rm 3M}$ — усилие электромагнита, Н; $A_{\rm c}$ — площадь седла гидроклапана РД (на рис. 2 использован шариковый запорно-регулирующий орган), м².

Компонентные уравнения описывают физические свойства компонентов динамической модели — инерционных, упругих и диссипативных элементов. Компонентные уравнения упругих элементов целесообразно составлять в дифференциальной форме. Для моделируемой системы они имеют следующий вид:

$$dp_{y1}/dt = c_{r1} \left(Q_{H} - Q_{ДP1} - Q_{\Pi K}(x_{1}) - Q_{5} \right);$$

$$dp_{y2}/dt = c_{r2} \left(Q_{ДP2} - Q_{ДP3} - Q_{PД}(x_{2}) \right);$$

$$dp_{y3}/dt = c_{r3} \left(Q_{HA\Pi}(x_{3}) + Q_{ДP4} - Q_{C\Pi}(x_{3}) - Q_{7} \right);$$

$$dp_{y4}/dt = c_{r4} \left(Q_{7} - Q_{4} - Q_{YT4} \right);$$

$$dp_{y5}/dt = c_{r5} \left(Q_{1}A_{\Pi K2}/A_{\Pi K1} - Q_{6} \right);$$

$$dp_{y6}/dt = c_{r6} \left(Q_{5} + Q_{6} - Q_{HA\Pi}(x_{3}) - Q_{YT3} \right);$$

$$dp_{y7}/dt = c_{r7} \left(Q_{3}A_{PP2}/A_{PP1} - Q_{ДP4} + Q_{YT3} \right);$$

$$dp_{y8}/dt = c_{r8} \left(Q_{ДP1} - Q_{1} - Q_{YT1} \right);$$

$$dF_{B\Pi 1}/dt = c_{B\Pi 1}Q_{1}/A_{\Pi K1};$$

$$dF_{B\Pi 3}/dt = c_{B\Pi 3}Q_{3}/A_{PP1};$$

$$dF_{B\Pi 4}/dt = c_{B\Pi 4}Q_{4}/A_{\Gamma \Pi \Phi},$$

$$(2)$$

где $Q_{\rm H}$ — подача насоса, м 3 /с; Объединяя уравнения (1) и (2) в единую систему, получаем систему обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши, интегрирование которой позволяет исследовать изменение фазовых координат во времени в процессе функционирования моделируемой системы.

Компонентные уравнения диссипативных элементов отдельно не составлялись, а выражения для вычисления их потенциалов (потерь давления $p_{\pi i}$) подставлены непосредственно в топологические уравнения (1). При этом

выделены линейные и нелинейные потери. Параметры линейных потерь обозначены $\mu_{\Gamma IJ}$, а параметры нелинейных потерь (по длине и местных) — $\mu_{\Gamma IJ}$.

Определение расходов жидкости через дроссели $Q_{\rm др}i$ и дросселирующие щели запорно-регулирующих органов ПК и PP осуществлялось по формулам:

$$Q_{\text{др1}} = cA_{\text{др1}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{\text{y1}} - p_{\text{y8}})}; \quad Q_{\text{др2}} = cA_{\text{др2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{\text{y6}} - p_{\text{y2}})}; \quad Q_{\text{др3}} = cA_{\text{др3}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{\text{y2}} - p_{\text{ynp}})};$$

$$Q_{\text{др4}} = cA_{\text{др4}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{\text{y7}} - p_{\text{y3}})}; \quad Q_{\text{пк}}(x_1) = cA_{\text{пк}}(x_1) \sqrt{\frac{2}{\rho} p_{\text{y1}}}; \quad Q_{\text{рд}}(x_2) = cA_{\text{рд}}(x_2) \sqrt{\frac{2}{\rho} p_{\text{y2}}};$$

$$Q_{\text{нап}}(x_3) = cA_{\text{нап}}(x_3) \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_{\text{y6}} - p_{\text{y3}})}; \quad Q_{\text{сл}}(x_3) = cA_{\text{сл}}(x_3) \sqrt{\frac{2}{\rho} p_{\text{y3}}}; \quad Q_{\text{yT1}} = p_{\text{y8}}/\mu_{\text{yT1}};$$

$$Q_{\text{yT2}} = p_{\text{ynp}}/\mu_{\text{yT2}}; \quad Q_{\text{yT3}} = (p_{\text{y6}} - p_{\text{y7}})/\mu_{\text{yT3}}; \quad Q_{\text{yT4}} = p_{\text{y4}}/\mu_{\text{yT4}},$$

$$(3)$$

где c — коэффициент расхода (c = 0,63); ρ — плотность рабочей жидкости, кг/м³.

Для определения давления p_{ynp} в полости управления PP составлено нелинейное уравнение, которое решалось на каждом шаге интегрирования системы дифференциальных уравнений (1) и (2):

$$cA_{\rm Др3}\sqrt{\frac{2}{\rho}\left(p_{\rm y2}-p_{\rm ynp}\right)}-p_{\rm ynp}/\mu_{\rm yr2}-Q_3=0.$$
 4)

Площади дросселирующих щелей ПК $A_{\text{пк}}(x_1)$, РД $A_{\text{рд}}(x_2)$, РР $A_{\text{нап}}(x_3)$ и $A_{\text{сл}}(x_3)$ зависят от конфигурации кромок запорно-регулирующих органов. Рассматривались различные возможные конфигурации и составлялись для них уравнения. Эти уравнения имеют довольно громоздкий вид, поэтому в данной статье не приводятся. Некоторые конструктивные исполнения дросселирующих щелей и их моделирование рассмотрены в [4].

На рис. 3 приведены графики результатов моделирования процесса функционирования механизма управления фрикционом при включении первой передачи в ГМП. Частота вращения вала двигателя 1000 об/мин, режим трогания автомобиля с места.

Для приведения механизмов системы в начальное состояние равновесия процесс интегрирования уравнений начинался при нулевой подаче гидронасоса $Q_{\rm H}=0$ в течение 0,1 с. На интервале времени t=0,1...0,75 с моделировался процесс включения механизмов гидросистемы ГМП в работу при пуске двигателя. С началом вращения привода гидронасоса возрастает его подача $Q_{\rm H}$ (рис. 3, θ), начинается заполнение гидромагистралей и возрастает давление $p_{\rm y1}$ на входе в гидроси-

стему МУФ (рис. 3, a). Пока механизмы системы находятся в выключенном состоянии, после запол-

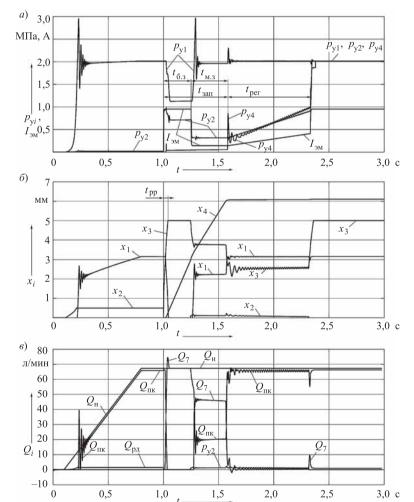


Рис. 3. Графики изменения характеристик механизма управления фрикционом при включении передачи:

a— давления p_{yi} и ток $I_{\rm 3M}$ в обмотке электромагнита; δ — перемещения запорнорегулирующих органов гидроклапанов и поршня гидроцилиндра; ϵ — подача насоса $Q_{\rm H}$ и расходы через переливной клапан $Q_{\rm DK}$ и регулятор давления $Q_{\rm DK}$

нения входной гидромагистрали золотник ПК перемещается, его координата x_1 возрастает (рис. 3, δ) и происходит слив жидкости в бак $Q_{\Pi K}$, а часть подачи насоса поступает на слив $Q_{\rm pg}$ открытого гидроклапана РД (рис. 3, δ), координата которого x_2 максимальна (рис. 3, δ).

После достижения установившегося состояния системы с заданной величиной подачи насоса $Q_{\scriptscriptstyle \mathrm{H}}$ в момент времени t = 1 с начинается моделирование процесса работы МУФ при включении передачи. Этот процесс состоит из трех интервалов: времени заполнения гидроцилиндра фрикциона $t_{33\Pi}$, времени регулирования давления в гидроцилиндре $t_{\rm per}$ и этапа включенного состояния фрикциона. Время заполнения гидроцилиндра $t_{33\Pi}$, в свою очередь, содержит этап быстрого заполнения $t_{6,3}$ и этап медленного заполнения $t_{\text{м.3}}$ (рис. 3, a). На этапе быстрого заполнения контроллер ГМП выдает максимальное значение тока $I_{\rm ЭM}$ = 1 A на обмотку электромагнита. Электромагнит развивает максимальное усилие на своем штоке и прижимает шарик гидроклапана РД к своему седлу ($x_2 = 0$, рис. 3, δ). В полости управления PP возникает давление $p_{\text{vnp}} = p_{\text{v2}} - p_{\text{др3}}$, перемещающее его золотник на максимальную длину хода $x_3 = \max$, перекрывая при этом слив из гидроцилиндра и соединяя гидроцилиндр с линией подачи жидкости. После страгивания с места поршня гидроцилиндра и возрастания его координаты x_4 слив из ПК перекрывается ($x_1 = 0$), и вся подача насоса поступает в полость гидроцилиндра. При этом давления p_{v1} и p_{v2} падают до некоторых величин (рис. 3, a).

В момент остановки поршня после заполнения гидроцилиндра в нем происходит всплеск давления p_{y4} , что может привести к возникновению больших динамических нагрузок в трансмиссии и резких рывков автомобиля. Для уменьшения амплитуды всплеска p_{y4} на этапе $t_{\rm M.3}$ снижают величину тока $I_{\rm 9M}$. Усилие электромагнита снижается, шарик отходит

от седла на некоторое расстояние x_2 , уменьшая при этом регулируемое давление p_{y2} , а переливной клапан приоткрывает сливное отверстие x_1 и начинает сливать избыток подачи насоса на слив. Скорость движения поршня при этом снижается.

После заполнения гидроцилиндра на интервале времени $t_{\rm per}=1,55..2,3$ с осуществляется регулирование давления $p_{\rm y4}$ в соответствии с характеристикой изменения тока $I_{\rm 9M}$ (рис. 3,a). При этом золотник ПК занимает некоторое положение x_1 (рис. $3,\delta$), при котором почти вся подача насоса ($Q_{\rm пк}\approx Q_{\rm H}$) поступает

на слив, часть подачи сливается через гидроклапан РД, некоторая часть Q_7 представляет собой утечки из гидроцилиндра (рис. 3, s). Золотник PP на этапе регулирования давления совершает осцилляции с изменяющейся величиной Δx_3 относительно положения равновесия, при котором попеременно приоткрываются и прикрываются его дросселирующие щели, и вследствие этого обеспечивается требуемое изменение давления p_{y4} на его выходе, следовательно, и в полости гидроцилиндра.

После завершения этапа регулирования на обмотку электромагнита подается максимальный ток, и давление в гидроцилиндре p_{y4} принимает максимальное значение, практически равное давлению на выходе насоса p_{v1} .

Для оценки качества процесса функционирования МУФ приняты следующие критерии: время перемещения золотника РР для полного открытия напорной щели при включении МУФ $t_{\rm pp}$; время заполнения гидроцилиндра $t_{\rm 3an}$; время переходного процесса $t_{\rm n}$ на этапе регулирования; коэффициент динамичности давления при переходе к этапу регулирования $k_{\rm дp}$; гистерезис характеристики включения $t_{\rm off}$: гистерезис характеристики выключения $t_{\rm off}$:

Значения $t_{3 \text{ап}}$ и t_{pp} определяются по графикам на рис. 3, a и δ , а нахождение значений $t_{\text{п}}$, $k_{\text{дp}}$, t_{on} , t_{off} осуществляется по графикам, показанным на рис. 4, a и δ .

Для определения $t_{\rm n}$ вводится двусторонний коридор стабилизации $\Delta p_{\rm y4}$ и находится время, при котором график давления $p_{\rm y4}$ последний раз пересекает линии коридора. Значение $\Delta p_{\rm y4}$ вычисляется по формуле:

$$\Delta p_{y4} = 0,05 p_{y40},\tag{5}$$

где p_{y40} — начальный уровень давления на этапе регулирования (принимали p_{y40} = 0,2 МПа).

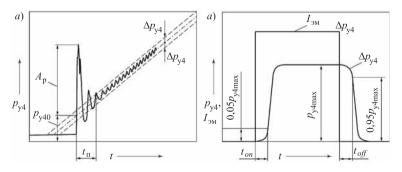


Рис. 4. Определение показателей качества процесса функционирования МУФ

Величина $k_{\pi n}$ находится по формуле

$$k_{\rm дp} = A_p / p_{\rm y40} \,, \tag{6}$$

где A_p — амплитуда всплеска давления p_{v4} , МПа.

На основе разработанной математической модели проведены исследования влияния основных конструктивных параметров МУФ на показатели качества его функционирования. Отметим, что значения всех принятых показателей качества подлежат минимизации. Исследованиям подвергались следующие параметры: соотношение диаметров поясков золотника $\operatorname{PP} d_{\operatorname{pp1}}$ и d_{pp2} ; коэффициент жесткости его пружины c_{Bn3} ; величина перекрытия дросселирующих щелей $\Delta_{\operatorname{n}}$; диаметр дросселя $d_{\operatorname{дp4}}$ обратной связи PP ; диаметр дросселя $d_{\operatorname{дp3}}$ на входе камеры управления PP ; диаметры седла и запорно-регулирующего органа $\operatorname{PД} d_{\operatorname{c}}$ и $d_{\operatorname{3.p.o}}$; диаметр дросселя $d_{\operatorname{дp2}}$ на входе $\operatorname{PД}$.

На рис. 5—9 показаны графики, отображающие зависимости показателей качества $t_{\rm 3a\Pi}$, $t_{\rm \Pi}$, $k_{\rm дp}$, t_{on} , t_{off} и $t_{\rm pp}$ от параметров МУФ $c_{\rm B\Pi 3}$, $\Delta_{\rm \Pi}$, $d_{\rm дp4}$, $d_{\rm дp3}$ и $d_{\rm pp1}/d_{\rm pp2}$.

Эти графики позволяют сделать следующие выводы. На время заполнения гидроцилиндра фрикциона $t_{\rm 3an}$ наибольшее влияние оказывают параметры $c_{\rm вп3}$, $d_{\rm pp1}/d_{\rm pp2}$ и $d_{\rm дp3}$ (рис. 5, a, 8, a и 9, a). Увеличение первых двух параметров приводит к возрастанию $t_{\rm 3an}$, а увеличение $d_{\rm дp3}$ снижает $t_{\rm 3an}$. Однако их влияние не превышает 10 %.

Отрицательное перекрытие дросселирующих щелей РР приводит к увеличению t_{Π} , но на $k_{дp}$ влияет неоднозначно (см. рис. 6, δ и ϵ).

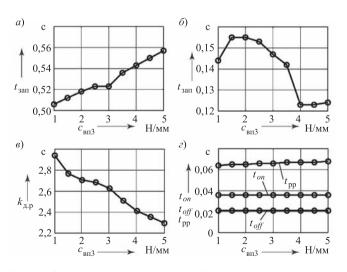


Рис. 5. Зависимости показателей качества функционирования МУФ от $c_{\mbox{\scriptsize BH}3}$

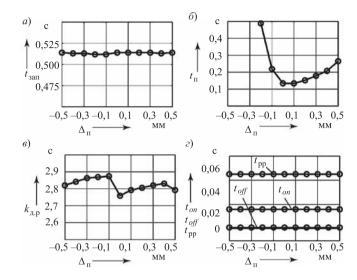


Рис. 6. Зависимости показателей качества функционирования МУФ от $\Delta_{\rm n}$

Изменение диаметров дросселей $d_{\rm дp4}$ и $d_{\rm дp3}$ в пределах 0,5...0,9 мм практически не влияет на время переходного процесса $t_{\rm \Pi}$ на этапе регулирования давления, но их уменьшение приводит к возрастанию коэффициента динамичности $k_{\rm дp}$, т. е. к возрастанию всплеска давления. При увеличении $d_{\rm дp4}$ и $d_{\rm дp3}$ свыше 1 мм наступает резкое возрастание $t_{\rm \Pi}$, но значение $t_{\rm дp}$ при этом практически не изменяется (рис. $t_{\rm qp}$ 0, $t_{\rm qp}$ 1, $t_{\rm qp}$ 2, $t_{\rm qp}$ 3, $t_{\rm qp}$ 3, $t_{\rm qp}$ 4, $t_{\rm qp}$ 6, $t_{\rm qp}$ 8, $t_{\rm qp}$ 8, $t_{\rm qp}$ 8, $t_{\rm qp}$ 9, t_{\rm

Параметры гистерезиса характеристик регулируемого давления t_{on} и t_{off} , как видно из приведенных графиков, в основном зависят от диаметров дросселей $d_{\rm дp4}$ и $d_{\rm дp3}$, а также от соотношения $d_{\rm pp1}/d_{\rm pp2}$. При увеличении отношения $d_{\rm pp1}/d_{\rm pp2}$ значения t_{on} и

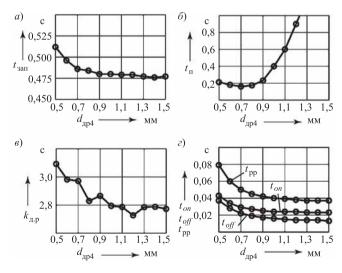


Рис. 7. Зависимости показателей качества функционирования МУФ от $d_{\rm np4}$

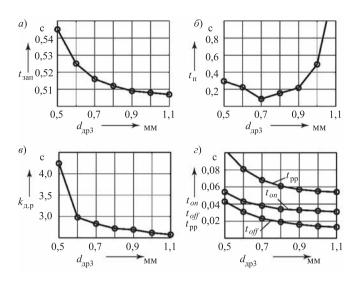


Рис. 8. Зависимости показателей качества функционирования МУФ от $d_{
m nb3}$

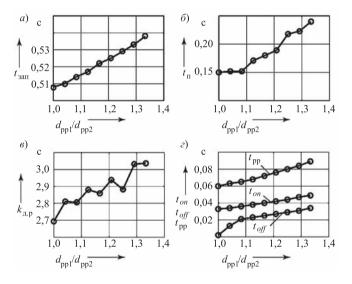


Рис. 9. Зависимости показателей качества функционирования МУФ от отношения $d_{
m pp1}/d_{
m pp2}$

 $t_{o\!f\!f}$ возрастают, а при увеличении диаметров дросселей $d_{{
m дp}3}$ и $d_{{
m дp}4}$, наоборот, снижаются.

Значительное влияние на t_{Π} и $k_{\Pi p}$ оказывает соотношение диаметров поясков золотника $\operatorname{PP} d_{\operatorname{pp1}}/d_{\operatorname{pp2}}$. В зависимости от его величины различают простой золотник и дифференциальный золотник. У простого золотника $d_{\operatorname{pp1}} = d_{\operatorname{pp2}}$, а у дифференциального — $d_{\operatorname{pp1}} > d_{\operatorname{pp2}}$. Из графиков на рис. 9, $a-\varepsilon$, следует, что при использовании $\operatorname{PP} c$ простым золотником все показатели качества лучше, чем с дифференциальным золотником. Причем с увеличением отношения $d_{\operatorname{pp1}}/d_{\operatorname{pp2}}$ значения t_{Π} и $k_{\operatorname{дp}}$ возрастают, следовательно, показатели качества ухудшаются.

Рассмотрим особенности процесса функционирования МУФ, оснащенного РР с простым золотником. На рис. 10 приведены иллюстрации графиков переходного процесса МУФ с таким золотником. Сравним их с графиками, представленными на рис. 3, a, δ , полученными для МУФ с дифференциальным золотником.

В обоих вариантах на этапе регулирования давления (на интервале времени $t_{\rm per}$) золотник PP осуществляет дросселирование потока жидкости, поступающей в гидроцилиндр. Но при использовании PP с простым золотником регулятор давления вынужден поддерживать более высокий уровень давления $p_{\rm y2}$ на своем выходе (см. рис. 10, a).

После завершения процесса регулирования давления в гидроцилиндре p_{y4} дифференциальный золотник перемещается в крайнее положение, сжимая пружину PP, а его координата x_3 принимает максимальное значение (см. рис. 3, δ). Это означает, что дросселирующая щель PP подачи жидкости в гидроцилиндр полностью открыта, а щель слива закрыта. В результате давление в гидроцилиндре p_{y4} практически равно давлению в гидромагистрали подачи насоса p_{y1} (см. рис. 3, a). При этом надежно компенсируются возможные утечки из гидроцилиндра через его уплотнения.

Простой же золотник PP после включения фрикциона продолжает и далее постоянно оставаться в положении дросселирования напорной и сливной щелей, несмотря на то, что этап регулирования давления закончился (см. рис. 10, a). При этом давление рабочей жидкости в гидроцилиндре фрикциона p_{y4} будет меньше, чем в магистрали подачи насоса p_{y1} , на величину Δp (см. рис. 10, a). Значение Δp вычисляется по формуле:

$$\Delta p = \frac{4F_{\text{пр.др}}}{\pi d_{\text{pp}}^2},\tag{7}$$

где $F_{\rm пр,дp}$ — усилие пружины PP в положении дросселирования его золотником потока жидкости, подаваемой в гидроцилиндр фрикциона, H; $d_{\rm pp}$ — диаметр золотника PP, м.

Следовательно, при использовании PP с простым золотником в системе гидропривода необходимо поддерживать более высокий уровень давления p_{y1} , что увеличивает затраты энергии на привод гидронасоса. Снижение герметичности уплотнения гидроцилиндра фрикциона и возрастание утечек из него может привести к дополнительному уменьшению

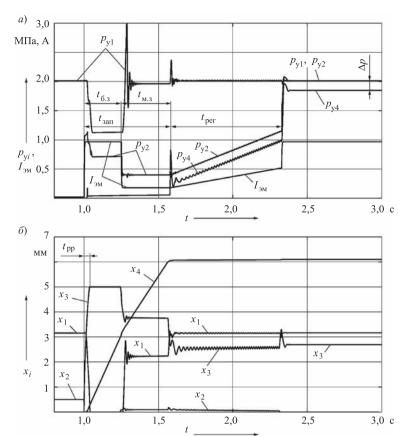


Рис. 10. Графики изменения характеристик механизма управления фрикционом при использовании регулятора-распределителя с простым золотником ($d_{\rm pp1} = d_{\rm pp2}$)

давления в гидроцилиндре, пробуксовке фрикциона и преждевременному выходу его из строя. Этим объясняется применение зарубежными фирмами в системах управления фрикционами ГМП РР с дифференциальным золотником (Komatsu, Caterpillar и др.).

Значение величины отношения поясков дифференциального золотника $d_{\rm pp1}/d_{\rm pp2}$ целесообразно принимать в пределах 1,1...1,15. В этом случае напорная щель после включения фрикциона будет полностью открыта, а сливная — закрыта.

Конечной целью проектирования МУФ является получение оптимального сочетания его параметров, в наибольшей мере отвечающих удовлетворению требований улучшения критериев качества процессов функционирования. Однако по графикам, приведенным на рис. 5—9, это сделать нельзя, так как они получены путем варьирования одного из параметров МУФ при неизменных значениях остальных параметров. Выявление оптимальных

параметров предполагает вычисление критериев при всей возможной совокупности сочетаний этих параметров и одновременном учете влияния их на все критерии. В этом заключается суть решения многокритериальной задачи оптимизации параметров многомерного объекта проектирования. Ее решение на основе использования математической модели, представляющей собой систему дифференциальных уравнений, очень трудоемко, так как каждый вариант сочетаний оптимизируемых параметров требует интегрирования этих уравнений.

В [2] показано, что решение поставленной задачи целесообразно осуществлять на основе использования уравнений регрессий, связывающих между собой критерии и оптимизируемые параметры объекта. Уравнения регрессий при этом получают на основе проведения планируемого вычислительного эксперимента на исходной математической модели (уравнения (1) и (2)). Планирование эксперимента позволяет существенно сократить количество прогонов исходной модели, следовательно, и затраты времени.

В нашем случае был принят план второго порядка и получены уравнения регрессии следующего вида:

$$y_{j} = b_{0j} + b_{1j}x_{1} + b_{2j}x_{2} + b_{3j}x_{3} + b_{4j}x_{4} + b_{5j}x_{1}x_{2} + b_{6j}x_{1}x_{3} + b_{7j}x_{1}x_{4} + b_{8j}x_{2}x_{3} + b_{9j}x_{2}x_{4} + b_{10j}x_{3}x_{4} + (7) + b_{11j}x_{1}^{2} + b_{12j}x_{2}^{2} + b_{13j}x_{3}^{2} + b_{14j}x_{4}^{2}; \ j = \overline{1,4},$$

где x_1, x_2, x_3, x_4 — нормированные значения факторов (параметров $c_{\text{вп3}}, \Delta_{\text{п}}, d_{\textдр4}, d_{\textдр3}$, подлежащих оптимизации); y_j — j-я функция отклика (критерии качества $t_{\text{зап}}, t_{\text{п}}, k_{\textдp}, t_{on}$); $b_{0j}, b_{1j}, ..., b_{14j}$ — коэффициенты j-го уравнения регрессии.

Нормирование факторов осуществляется на основе соотношения:

$$x_i = \left(X_i - X_i^0\right) / \Delta X_i; \quad i = \overline{1, n}, \tag{8}$$

где X_i — натуральное значение i-го фактора на нижнем или верхнем уровне варьирования; X_i^0 — натуральное значение i-го фактора в центре плана; ΔX_i — интервал варьирования; n — количество факторов.

При проведении эксперимента варьирование факторов проводили в соответствии с таблицей.

На рис. 11 приведены графики зависимостей критериев качества от нормированных значений оптимизируемых параметров, полученные по уравнениям регрессий (7).

Значения факторов на уровнях варьирования при проведении эксперимента

	E	Натуральное значение фактора					
Обозна- чение фактора	Единица изме- рения фактора	в центре плана $(x_i = 0)$	на нижнем уровне $(x_i = -1)$	на верхнем уровне $(x_i = +1)$			
x_1	Н/мм	3,0	1,5	4,5			
x_2	MM	0	-0,25	0,25			
x_3	MM	0,8	0,6	1,0			
x_4	MM	0,8	0,6	1,0			

Так как решаемая задача оптимизации многокритериальная, необходимо свернуть векторный критерий в скалярную целевую функцию. Принципы, положенные в основу формирования целевой функции, определяют стратегию ее решения. Использована минимаксная стратегия. Она позволяет обеспечить максимальное приближение одновременно всех критериев к их экстремальным значениям.

Целевая функция минимакса $F(\bar{X})$ при наличии регрессионной математической модели объекта соответствует выражению:

$$F(\vec{X}) = \sum_{j=1}^{m} c_{j} \left(\frac{y_{j}(\vec{X}) - y_{j extr}}{y_{j \max} - y_{j \min}} \right)^{2}, \tag{9}$$

где $y_j(\bar{X})$ — зависимость j-го критерия от вектора оптимизируемых параметров $\bar{X}=(x_1,x_2,...,x_n);$ n — количество оптимизируемых параметров; y_{jextr} — экстремальное значение j-го критерия; $y_{j\min},y_{j\max}$ — минимальное и максимальное значения j-го критерия, достигаемые в области варьирования факторов \bar{X} (находятся по графикам на рис. 11,a— ϵ); c_j — коэффициент веса, оценивающий значимость j-го критерия; m — количество критериев.

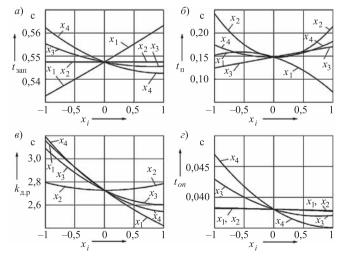


Рис. 11. Зависимости функций отклика — критерия качества процесса функционирования МУФ t_{3an} , t_n , t_{qp} , t_{on} от нормированных факторов x_i , i = 1,4

Коэффициенты веса выбирают из условия

$$\sum_{j=1}^{m} c_j = 1; \ c_j > 0.$$
 (10)

Оптимальные значения параметров соответствуют минимуму целевой функции. Были приняты следующие значения коэффициентов веса: $c_1=0,1$; $c_2=0,35$; $c_3=0,3$; $c_4=0,25$. В результате получены искомые оптимальные значения параметров МУФ: $c_{\rm BI3}=3,95$ Н/мм; $\Delta_{\rm II}=0,086$ мм; $d_{\rm II}=0,775$ мм; $d_{\rm II}=0,96$ мм; $d_{\rm II}=0,086$ странения муФ при этом составляют следующие величины: $d_{\rm II}=0,086$ странения можно отметить, что у пропорциолизация сравнения можно отметить, что у пропорцио-

Для сравнения можно отметить, что у пропорционального редукционного клапана FTDRE 2K фирмы Rexroth Bosch Group, используемого в качестве регулятора давления в мехатронных системах управления ГМП, $t_{on}=0.025$ с, $t_{off}=0.020$ с. Параметры клапана FTDRE 2K практически совпадают с параметрами исследуемого регулятора давления. Этот клапан имеет следующие параметры: Q=2 л/мин при перепаде давления на входе и выходе $\Delta p=0.7$ МПа; максимальное давление 1,8 МПа. Но он одноступенчатый, а созданный МУФ двухступенчатый (содержит РД и РР). Этим объясняется большее значение у него показателя t_{on} .

Проведенные стендовые и эксплуатационные испытания созданного механизма управления фрикционом ГМП с выбранными параметрами показали высокую его эффективность и устойчивое функционирование.

Таким образом, предлагаемая методика проектирования сложных технических объектов на основе математического моделирования процессов их функционирования с привлечением методов теории планирования эксперимента, регрессионного анализа и оптимизации позволяет успешно решать задачи создания высокоэффективных электрогидравлических механизмов мехатронных систем автоматического управления ГМП и других механизмов и систем автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Мехатронная система автоматического управления гидромеханической передачей карьерных самосвалов БелАЗ / В. П. Тарасик, Н. Н. Горбатенко, Р. В. Плякин, А. Н. Егоров, В. В. Региня // Грузовик. 2011. № 2. С. 2—11.
- Тарасик В. П. Прогнозирование нагруженности механизмов гидромеханической трансмиссии карьерного самосвала на основе математического моделирования / В. П. Тарасик, Р. В. Плякин, Ю. С. Романович, В. С. Савицкий, В. В. Региня // Грузовик. 2013. № 2. С. 24—36.
- 3. **Тарасик В. П.** Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В. П. Тарасик. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2016. 592 с.
- Тарасик В. П. Электрогидравлический механизм управления фрикционами гидромеханической передачи / В. П. Тарасик, Ю. С. Романович, В. С. Савицкий // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. — 2012. — № 2 (35). — С. 89—100.

УДК 629.113

И. Ф. Дьяков, д-р техн. наук, профессор, Ульяновский государственный технический университет E-mail: i.dvakov@ulstu.ru

ОЦЕНКА РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА

В статье изложена методика оценки оптимального режима движения грузового автомобиля. Система управления для оптимального режима движения содержит датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя, датчик загрузки, измеритель расхода топлива на единицу мощности. Приводится блочная схема автоматического управления режимами работы двигателя. Дается комплексный показатель использования транспортного средства по затратам энергии на перевозку груза.

Ключевые слова: динамический фактор, энергозатраты, рекуперация энергии, оптимизатор движения, преобразователь движения, комплексный показатель.

This article describes a method of evaluation of an optimal mode of motion of trucks. The control system of the optimal mode of motion is divided into an engine's shafts speed sensor, a feed sensor and a fuel consumption meter for a power unit. A block diagram of the automatic control of the engine's operation modes is given. An integrated index of vehicle use according its energy costs for freight transportation is described.

Keywords: ability rating, energy costs, power recovery, motion optimizer, motion transformer, integrated index.

Состояние вопроса

Режимы движения автотранспортных средств в условиях эксплуатации влияют не только на расход топлива, но также на ресурс и надежность узлов и деталей. Отрицательный эффект возникает в том случае, если мощность двигателя не может преодолевать мощности сопротивлений движению. Известно, что максимальная мощность двигателя рассчитывается из условий обеспечения движения автомобиля на двух режимах: на режиме заданной максимальной скорости υ_{amax} на высшей передаче и на режиме заданного максимального динамического фактора D_{\max} на высшей передаче. По этим двум условиям максимальная мощность рассчитывается дважды, а затем из двух полученных значений выбирается большее, что, очевидно, обеспечит возможность движения автомобиля на обоих рассматриваемых режимах.

Величина суммарного коэффициента сопротивления дороги ψ_{ν} на режиме максимальной скорости выбирается из тех соображений, что максимальная скорость развивается автомобилем на горизонтальном участке дороги с усовершенствованным покрытием, находящимся в хорошем состоянии. Для этих условий значение суммарного коэффициента сопротивления дороги ψ_{ν} может быть принято равным значению коэффициента сопротивления качению на указанной дороге.

Метод оценки разгона

Если не погашать кинетическую энергию при движении автомобиля с помощью тормозных механизмов, то энергии, необходимой для разгона автомобиля до установившегося движения, потребуется меньше в ε раз, где ε — коэффициент эффективности рекуперации энергии в трансмиссии, равный:

$$\varepsilon = 1 + \frac{T_{\tau}}{J\left(S\right)} = 1 + \frac{\left(m_{\delta}v_{i}^{2} + \sum_{i=1}^{2n} J_{\mathrm{Tp}}\left(\dot{\varphi}_{\mathrm{Tp}}\right)^{2}\right) \eta_{\mathrm{Tp}}\eta_{\mathrm{HaK}}}{2L\left\{\left[m_{\mathrm{H}}\left(k_{\gamma}\beta\left(\psi + \frac{\delta}{g}j\right) + \eta_{\delta}\right) + 80z\right]g\frac{r_{\mathrm{H}}}{r_{\mathrm{K}}}\cos\alpha + F_{\mathrm{B}}\right\}}\eta_{J},$$

где T_{τ} — кинетическая энергия движущегося автомобиля; J(S) — энергозатраты на преодоление суммарных сопротивлений движению; m_5 — снаряженная масса автомобиля; v — скорость движения автомобиля; $J_{\rm rn}$ — момент инерции вращающихся масс трансмиссии; $\dot{\phi}_{Tp}$ — угловая скорость вращения валов трансмиссии; η_{Tp}, η_{HaK} — соответственно КПД трансмиссии и накопителя энергии (для маховика он может быть принят на первой и второй передаче 0.93, на третьей -0.94 и четвертой -0.965); L — путь, пройденный автомобилем на i-й передаче; $m_{\rm H}$ — номинальная грузоподъемность автомобиля; k_{v} , β — коэффициенты грузоподъемности и пробега; ления движению; δ — коэффициент, учитывающий вращающиеся массы автомобиля; j — ускорение разгона автомобиля; η_{σ} — коэффициент, учитывающий использование собственный массы автомобиля; z число пассажиров; r_{II} , r_{K} — радиусы соответственно динамический и качения колеса; $F_{\rm B}$ — аэродинамическое сопротивление движению; η_J — коэффициент, учитывающий использование энергии автомобиля.

Рекуперация энергии позволяет развивать ускорение при разгоне, исходя или из потребной мощности, или из соблюдения комфорта пассажира. Для того чтобы сравнить показатели транспортных средств в расчете на единицу совершаемой работы, надо показатели эффективности рекуперации умножить на коэффициент использования энергии $h_J = J(P_e)/J(S)$, где $J(P_e)$ — энергозатраты двигателя. Данное выражение позволяет определить КПД каждого агрегата и оценить энергетические свойства автомобиля в процессе эксплуатации в различных дорожных условиях (таблица).

Как видно из таблицы, эффективность использования автомобиля ЗИЛ по энергозатратам почти одинакова, а по времени различна. У автомобилей, которые работали с использованием накопленной

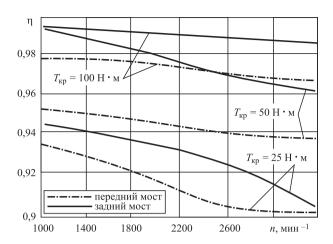


Рис. 1. Изменение КПД ведущих мостов автомобиля УАЗ-3303 в зависимости от частоты вращения карданного вала и крутящего момента

энергии рекуперации, коэффициент использования энергии меньше на 14,3 %, то есть они работали более экономично, чем автомобили с максимальным использованием энергозатрат. Данные по энергозатратам говорят об эффективности использовании рекуперации энергии за счет массы автомобиля. Однако по мере ухудшения дорожных условий эффективность использования энергии увеличивается, а с увеличением частоты вращения вала КПД двигателя снижается (рис. 1).

При среднем значении КПД трансмиссии в режиме глубокого варьирования до 0,9 рекуперация энергии дважды проходит через привод и стало быть КПД при этом равен η_{np}^2 . Это следует учитывать при подсчете реального расхода топлива при рекуперации энергии на маховике двигателя.

Эффективность рекуперации энергии торможения в большой степени зависит от режимов движения машины (скорость перед торможением, частота торможения, сопротивление движению, снаряженная масса автомобиля).

Авто-	Количество	Время	Общий	Объем	Средняя скорость	Средний путевой	Коэффициент использования по	
мобиль	рабочих дней в наряде	в наряде, ч	пробег, км	выполненной работы, т • км	движения, км/ч	расход топлива, дм ³ /100 км	време- ни, ч	энер- гии, h_J
	26	286	6100	54 400	21,3	35,9	1,37	0,21
ЗИЛ-431510	19	171	2600	21 200	15,2	39,0	1,12	0,22
	25	205	6400	1500	31,2	47,0	1,02	0,18
УАЗ-3303	25	187	3650	2500	19,5	14,7	0,93	0,16

Топливная экономичность и коэффициент использования энергии автомобиля могут быть повышены путем применения оптимизатора движения или накопителя энергии следующими способами:

устранением активного и принудительного холостого хода автомобиля (применением стопстартерных систем);

в добавление к первому рекуперацией кинетической и потенциальной энергии (соответственно во время торможения и на спусках) основными системами автомобиля;

в добавление к первым двум — обеспечением работы двигателя только в узком диапазоне мощностей и частот вращения коленчатого вала при минимальном удельном расходе топлива и максимальной экологичности (гибридным силовым агрегатом автомобиля [1]).

Принцип действия маховичных стоп-стартерных систем сводится к следующему [2]. При работающем двигателе от аккумуляторной батареи или непосредственно от двигателя раскручивается маховик, установленный непосредственно на валу двигателя (например, в картере сцепления). Как только возникает потребность в запуске двигателя при движении автомобиля после остановки, маховик автоматически соединяется с двигателем, пускает его и снова отключается. Маховик-накопитель может раскручиваться при работе двигателя через редуктор с передаточным числом u=4.

Маховик состоит из пяти дисков, заключенных в металлическую кассету, внутри которой создается вакуум. Установленный на автомобиле микропроцессор контролирует систему двигатель—маховик, автоматически обеспечивая их работу в определенных режимах. Рекуперация потенциальной энергии при торможениях или равномерном движении происходит за счет кинетической энергии. При этом автомобиль способен преодолевать дорожные сопротивления и подъемы с определенной скоростью.

По данным зарубежных исследований гибридных силовых установок можно сделать вывод о возможном снижении расхода топлива до 30 % и более при увеличении динамичности автомобиля и уменьшении в несколько раз выброса токсичных продуктов в атмосферу на оптимальном режиме движения.

Что касается оптимизатора режима движения [3], то в последнее время стали использовать датчик давления с отградуированным указателем на оптимум условного расхода топлива. По указателю выбирают оптимальный режим движения, обеспечивая минимум расхода топлива [4]. Следует отметить, что применение датчика давления двигателя не всегда приводит к положительным результатам.

Оптимизатор движения

Цель достигается в том случае, если в устройстве (рис. 2) имеется датчик 6 частоты вращения колеса, выполненный на основе тахогенератора, который подает сигнал на вход преобразователя напряжения 5, выполняющего роль анализатора "ход-стоп". С выхода блока преобразователя напряжения 5 сигнал поступает на вход перемножителя. Сигнал с датчика частоты вращения коленчатого вала 1 поступает на формирователь напряжения 2, где его выходное напряжение записывает потенциометрический датчик разряжения (датчик загрузки) 3, с выхода которого напряжение подается на другой перемножитель. На выходе перемножителя имеем напряжение:

$$U_{\text{BMX}} = k_1 \left[f_1(n_k) + E_{\text{cM}} \right] f_2(n_e) f_3(550 - \Delta P_k),$$

где k_1 — масштабирующий коэффициент; $E_{\rm cm}$ — напряжение смещения, определяющее величину энергии, расходуемой транспортным средством в режиме "ход"; $f_2(n_e)$ — функция зависимости напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя; $f_3(550-\Delta P_k)$ — функция зависимости напряжения от разряжения во впускном коллекторе двигателя.

Напряжение $U_{\mathrm{BЫX}}$ подается на аналого-цифровой преобразователь 7, на выходе которого имеется цифровой код значения энергии, затрачиваемой транспортом за время t_i , т. е. $N_i = f_4(U_{\mathrm{BЫX}}), f_5(N_i) = J$, где N_i — цифровой код на выходе блока 7, соответствующий величине энергии в момент времени t_i ; J_i — энергия, затраченная транспортным средством в момент времени t_i .

Эффективность работы грузового автомобиля можно оценивать по удельной производительности:

$$W_{\rm y_{\rm J}} = mV_{\rm cp}/Q_{\rm s},$$

где m — масса перевозимого груза; $V_{\rm cp}$ — средняя скорость движения; $Q_{\rm s}$ — путевой расход топлива.

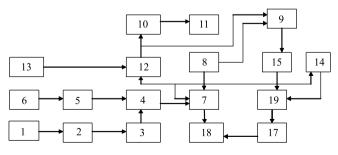


Рис. 2. Блочная схема оптимизатора режимов движения автомобиля (A. с. № 1754506 A 1)

Значения средней скорости и расхода топлива для подсчета удельной производительности принимают по результатам испытаний в тех же условиях, для которых ведется расчет. Для расчета используют также и комплексный показатель превращения тепловой энергии сгорания топлива в кинетическую энергию полезной нагрузки:

$$\eta_{\ni \Phi} = qV_{\rm cp}^2 C/(Q_{\rm s}\rho_{\rm T}),$$

где C — постоянный коэффициент, который в среднем можно принять равным 1/115~000 для бензинового и 1/113~500 для дизельного топлива; $\rho_{\rm T}$ — плотность топлива.

Комплексную оценку автомобиля можно рассматривать по затратам энергии на выполнение транспортной работы в виде:

$$\varepsilon_{j} = \frac{Q_{s}H_{\text{M}}\rho_{\text{T}}L1,16\cdot10^{-3}}{L\left\{\left[m_{\text{H}}\left(k_{\gamma}\beta\left(\varphi + \frac{\delta}{g}j\right) + \eta_{\sigma}\right) + 80z\right]g\frac{r_{k}}{r_{\pi}}\cos\alpha + F_{\text{B}}\right\}} \rightarrow \text{min,}$$

где H_{u} — теплотворная способность топлива.

Данный комплексный показатель характеризует эффективность затрат энергии на выполнение полезной работы. С ухудшением теплотворной спо-

собности топлива потребность в нем увеличивается, эффективность выполнения транспортной работы снижается. При этом параметры маховика при проектировании должны быть выбраны таким образом, чтобы запаса его энергии хватило до снижения скорости движения предыдущей передачи. В результате рекуперации энергии накатом или при торможении, а также за счет оптимизации режимов работы двигателя можно обеспечить снижение расхода топлива, уровень шума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Бахмутов С. В.** Совершенствование процесса рекуперации энергии гибридного автомобиля / С. В. Бахмутов, А. И. Филонов, Е. Е. Баулина // Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2013, № 7. С. 101—112.
- Гридин Е. Используя энергию маховика / Автомобильный транспорт, 1986. № 4. — С. 60.
- 3. **А. с. РФ № 1754506 А1**. Система автоматического управления режимами работы двигателя транспортного средства / А. М. Казаков, И. Ф. Дьяков. Опубл. 15.08.92. Бюл. № 30.
- 4. **Отарский А. А.** Улучшение топливно-экономических и токсических характеристик автомобилей за счет рекуперации энергии // Автореферат дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.20.01. М.: МАДИИ. 172 с.

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

принимает подписку на журнал

«ГРУЗОВИК»

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2016 гол

Подписавшись в издательстве, вы:

- 1) получаете без задержек журнал с первого номера;
 - 2) экономите на стоимости почтовой доставки;
 - 3) получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:

E-mail: realiz@mashin.ru

Тел.: 8 (495) 785-60-69.

Отдел продаж, маркетинга, рекламы

WWW.MASHIN.RU

УЛК 622.692.4

И. В. Фадеев, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", Волжский филиал, г. Чебоксары, e-mail: ivan-fadeev-2012@mail.ru, **А. Н. Ременцов,** д-р пед. наук, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", e-mail: rementsov@madi.ru, **III. В. Садетдинов,** д-р хим. наук, ФГБОУ ВПО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)", Волжский филиал, г. Чебоксары

МОЮЩИЕ И ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ БОРАТОВ

В статье рассматриваются моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств в присутствии моно-, тетра- и пентаборатов лития, натрия, калия и аммония. Показано, что добавка указанных боратов в 3-процентный раствор МЛ-52, МС-8, Лабомид-203 увеличивает их моющие и противокоррозионные свойства.

Ключевые слова: моно-, тетра-, пентабораты лития, натрия, калия, аммония, масляно-жировые загрязнения, очистка металлической поверхности, синтетические моющие средства, моющая способность, противокоррозионные свойства.

The article discusses detergents and anti-corrosive properties of synthetic detergents in the presence of mono-, tetra — and pentaborate lithium, sodium, potassium and ammonium. It is shown that the addition of these borates in 3 % solution of ML-52, MS-8, Labomed-203 increases their detergents and anti-corrosive properties.

Keywords: mono-, tetra-, pentaborate lithium, sodium, potassium, ammonium, oil-fatty impurities, cleaning metal surfaces, detergents, cleaning ability, anti-corrosion properties.

Актуальность исследования

В технологических процессах производства и ремонта узлов и агрегатов транспортных средств их поверхности загрязняются, и перед нанесением любых покрытий необходимо обязательное проведение очистки поверхности. Особенность операции очистки заключается в повышенных требованиях к ее проведению, так как подготовка поверхности является определяющим фактором для обеспечения качества покрытия. Невыполнение требований технологии и несоблюдение режимов очистки нередко приводит к появлению дефектов покрытия и выбраковке изделий в результате коррозионного разрушения.

Велика роль качественной очистки металлической поверхности перед проведением контрольных операций, ремонтных работ, а также сборки узлов и агрегатов транспортных средств. Операции очистки и подготовки поверхностей деталей в машиностроении достигают до 10 % трудоемкости изготовления или ремонта изделий [1].

Основными видами отмываемых загрязнений являются масла, эмульсии, остатки шлифовальных и полировальных паст, графитные, жировые и консервационные смазки.

Различают три степени загрязнения поверхности: слабая, средняя и сильная.

При слабом загрязнении поверхность деталей покрыта легкими неравномерными загрязнениями масла и пыли.

В случае загрязнения поверхности деталей небольшим равномерным слоем смазки и эмульсионных охлаждающих жидкостей, то это среднее загрязнение. Такое загрязнение характерно в основном для деталей, находящихся в стадии механической обработки. Эта степень характеризуется удельным содержанием загрязнений до 5 г/м².

При сильном загрязнении (более 5 г/ m^2) поверхность деталей покрыта толстым слоем консервационной смазки или масла [2].

Очистка поверхности — это удаление загрязнений до определенного уровня ее чистоты, которое

осуществляется различными способами: механическим, физическим, химическим. С целью ускорения процессов очистки растворы нагревают, подают под давлением, изделия подвергают вибрации и т.д. Правильный выбор физико-химической активности очищающей среды, ее температуры и соответствующей активации процесса позволяет многократно ускорить и улучшить очистку [3].

Различают три уровня очистки, отличающиеся количеством остаточных загрязнений на поверхности: макроочистка, микроочистка и активационная очистка [4].

В зависимости от уровня очистки применяют различные методы контроля остаточной загрязненности поверхности. После макроочистки применяют весовой метод и метод протирания. А после микрочистки и активационной очистки — люминесцентный метод и метод смачивания водой [5].

До недавнего времени основными моющими средствами являлись бензин, дизтопливо, керосин, ацетон и

др. Но они пожаро- и взрывоопасны, к тому же токсичны и вредны для здоровья человека. Для сокращения расхода и замены легковоспламеняющихся жидкостей, а также интенсификации процессов очистки начали применять синтетические моющие средства (СМС) на водной основе [6, 7]. Однако успешное применение СМС возможно при условии, если они обладают эффективными противокоррозионными свойствами, т.е. если в их составы входят ингибиторы коррозии.

Цели и задачи исследования

С целью выявления возможности применения боратов щелочных металлов в качестве добавок к растворам СМС было исследовано влияние моно-, тетра- и пентаборатов лития, натрия и калия, а также тетра- и пентабората аммония на моющую способность и смачиваемость (табл. 1), а также противокоррозионные свойства (табл. 2) таких СМС, как МЛ-52, МС-8 и Лабомид-203.

Таблица 1 Моющая способность и смачиваемость растворов СМС с добавкой боратов лития, натрия, калия и аммония

	3-процентныые растворы СМС									
Наименование добавок (концентрацией	МЛ-5	52	MC-	8	Лабомид-203					
5 r/π)	Моющая способность, %	Смачи- ваемость, с	Моющая способность, %	Смачи- ваемость, с	Моющая способность, %	Смачи- ваемость, с				
_	80,2	26	83,6	27	81,4	27				
			Монобораты							
LiBO ₂	83,8	26	90,7	29	84,0	28				
NaBO ₂	86,4	29	93,6	30	91,3	30				
KBO ₂	88,2	30	97,9	38	92,8	32				
			Тетрабораты							
Li ₂ B ₄ O ₇	83,8	26	90,7	29	84,0	28				
$Na_2B_4O_7$	89,4	30	95,6	34	92,3	31				
$K_2B_4O_7$	88,2	29	93,9	30	91,8	30				
$(NH_4)_2B_4O_7$	88,9	31	98,6	39	93,8	32				
			Пентабораты							
LiB ₅ O ₈	81,8	26	84,7	27	82,8	27				
NaB ₅ O ₈	86,4	27	90,6	29	87,3	28				
KB ₅ O ₈	87,2	28	91,9	30	87,8	28				
NH ₄ B ₅ O ₈	87,4	29	95,2	32	92,6	31				

Таблица 2

Значения плотности анодного тока в зависимости от потенциала углеродистой стали Ст.3

в различных составах СМС с добавкой боратов лития, натрия, калия и аммония

	3-процентные растворы СМС											
	МЛ-52				MC-8			Лабомид-203				
Наименование добавок (концентрацией		Плотность анодного тока (i_a) , мкА/см 2 , в пассивной области при различных значениях потенциала стали $(E, { m B} { m пo} { m x.c.}$ э.)										
5 г/л)	$E=0,0~{ m B}$	E = 0, 2 B	E = 0, 4 B	E = 0,6 B	E = 0,0 B	E = 0, 2 B	E = 0, 4 B	E = 0,6 B	E = 0,0 B	E = 0, 2 B	E = 0, 4 B	E = 0,6 B
_	4,2	4,3	4,4	4,5	3,9	4,0	4,1	4,2	4,0	4,2	4,3	4,4
				•	Монобо	раты					•	
LiBO ₂	3,3	3,4	3,5	3,6	3,2	3,4	3,6	3,7	3,1	3,2	3,3	3,4
NaBO ₂	3,0	3,2	3,3	3,4	2,7	3,0	3,1	3,2	2,6	2,8	3,0	3,2
KBO ₂	2,9	3,0	3,1	3,2	2,3	2,5	2,7	2,9	2,4	2,6	2,8	3,0
					Тетрабо	раты						
Li ₂ B ₄ O ₇	3,5	3,6	3,7	3,8	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6
$Na_2B_4O_7$	3,3	3,4	3,5	3,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3
$K_2B_4O_7$	3,2	3,3	3,4	3,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	3,0	3,1
$(NH_4)_2B_4O_7$	3,6	3,8	3,9	4,0	2,6	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	3,1	3,2
					Пентабо	раты						
LiB ₅ O ₈	3,7	3,8	3,9	4,0	2,9	3,1	3,2	3,3	3,3	3,5	3,6	3,7
NaB ₅ O ₈	3,4	3,5	3,6	3,8	2,7	2,9	3,0	3,1	3,0	3,2	3,3	3,4
KB ₅ O ₈	3,3	3,4	3,5	3,6	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,1	3,2	3,3
NH ₄ B ₅ O ₈	3,8	3,9	4,1	4,2	3,0	3,2	3,4	3,5	3,5	3,6	3,7	3,8

Методика исследования

Моющую и смачивающую способности растворов СМС определяли по технологии, приведенной в [8].

Оптимальная концентрация боратов (5 г/л) в 3-процентных растворах СМС была получена путем измерения стационарных потенциалов стали Ст. 3 с помощью потенциостата Π -5848. Без внешней поляризации стационарный потенциал стали Ст. 3 со временем разблагораживается и через 30 мин принимает значение — 0,18 В. Введение боратов в 3-процентный раствор СМС способствует облагораживанию потенциала стали и при концентрации боратов, равной 5 г/л, его значение становится максимальным. Дальнейшее увеличение концентрации

добавки на изменение стационарного потенциала исследуемого образца стали существенного влияния не оказывает.

Результаты исследования

Согласно данным табл. 1 добавление боратов повышает моющую способность растворов и смачиваемость. Так, при введении в трехпроцентный раствор МС-8 5 г/л тетрабората аммония достигается наибольшая моющая способность раствора, которая составляет 98,6 %, и смачиваемость — 39 с. Для сравнения, в 3-процентном растворе МС-8 без добавки боратов эти показатели составляют 83,6 % и 27 с соответственно.

Анализ данных табл. 1 свидетельствует о том, что:

- влияние исследованных боратов на моющую способность и смачиваемость растворов СМС уменьшается в ряду: монобораты > тетрабораты > пентабораты;
- наибольшим моющим эффектом и смачиваемостью обладает 3-процентный раствор MC-8 с добавкой 5 г/л изучаемых боратов;
- при введении боратов значения моющей способности и смачиваемости 3-процентного раствора MC-8 уменьшаются в следующей последовательности: (NH₄)₂B₄O₇ > KBO₂ > Na₂B₄O₇ > NH₄B₅O₈ > \times K₂B₄O₇ > NaBO₂ > KB₅O₈ > LiBO₂ \gg Li₂B₄O₇ > \times NaB₅O₈ и т.д.

Введенные в состав моющих средств монобораты щелочных металлов придают раствору необходимые буферные свойства, что обеспечивает улучшение моющих свойств.

Информация об ингибиторных свойствах исследуемых боратов в составе СМС была получена путем потенциодинамического измерения плотности анодного тока при нескольких значениях потенциалов (см. табл. 2). Нужно отметить, что значение плотности анодного тока прямо пропорционально скорости растворения металла в растворе. Потенциодинамическую поляризацию (скорость развертки 1 мВ/с) проводили с помощью потенциостата П-5848. Электрод сравнения — хлорсеребряный (х.с.э.).

Из табл. 2 видно, что скорость растворения стали в растворах СМС с боратными добавками ниже, чем в исходных растворах, следовательно, растворы СМС, содержащие добавки боратов, проявляют более высокие противокоррозионные свойства.

Также анализ данных табл. 2 показывает, что:

- влияние исследованных боратов на противокоррозионные свойства растворов СМС уменьшается в ряду: монобораты > тетрабораты > пентабораты;
- наибольшим противокоррозионным эффектом обладает 3-процентный раствор MC-8 с добавкой $5 \, \Gamma/\Lambda$ монобората калия;
- при введении боратов значения плотности анодного тока при равных потенциалах уменьшаются в следующей последовательности:

$$\begin{array}{c} {\rm NH_4B_5O_8} > {\rm LiB_5O_8} \geqslant ({\rm NH_4})_2 {\rm B_4O_7} > {\rm NaB_5O_8} \geqslant \\ \geqslant {\rm Li_2B_4O_7} > {\rm KB_5O_8} \geqslant {\rm Na_2B_4O_7} \geqslant {\rm LiBO_2} > {\rm K_2B_4O_7} > \\ > {\rm NaBO_2} > {\rm KBO_2}. \end{array}$$

Заключение

По результатам исследований можно сделать вывод, что из изученных боратов наиболее эффективной добавкой к СМС является моноборат калия.

Измерения показали, что бораты щелочных металлов и аммония являются ингибиторами анодного действия. Выяснено, что с повышением концентрации ингибиторных добавок область пассивного состояния стали расширяется. При концентрации бората 5 г/л сталь сразу переходит в пассивное состояние. При дальнейшем увеличении концентрации добавок их ингибирующий эффект меняется незначительно.

Пассивация стали в растворах боратов щелочных металлов связана как с образованием защитных оксидных пленок, так и с хемосорбцией борат-анионов на поверхности металла в условиях коррозии металла с кислородной деполяризацией [8]. Ингибирующая способность боратов зависит от природы катионов и анионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Грилихес С. Я.** Обезжиривание, травление и полирование металлов / С. Я. Грилихес; под ред. П. М. Вячеславова. 5-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. 101 с.
- 2. **Козлов Ю. С.** Допустимая загрязненность поверхности деталей / Ю. С. Козлов // Автомобильный транспорт. 1974. № 11. С. 33—35.
- 3. **Козлов Ю. С.** Очистка изделий в машиностроении / Ю. С. Козлов, О. К. Кузнецов, Н. Ф. Тельнов. М.: Машиностроение, 1982. 264 с.
- Козлов Ю. С. Очистка автомобилей при ремонте / Ю. С. Козлов. М.: Транспорт, 1975. 216 с.
- 5. **Тельнов А. Ф.** Моющие средства, их использование в машиностроении и регенерация / А. Ф. Тельнов, Ю. С. Козлов, О. К. Кузнецов, И. А. Тулаев. М.: Машиностроение, 1993. 202 с.
- Фадеев И. В. Повышение противокоррозионных качеств моющих средств с применением амидоборатных соединений на автомобильном транспорте / И. В. Фадеев, А. Н. Ременцов, Ш. В. Садетдинов // Грузовик. — 2015. — № 4 — С. 13—16.
- 7. **Лебединский К. В.** Ресурсосберегающий метод очистки машиностроительной продукции от углеводородсодержащих производственных загрязнений / К. В. Лебединский, Н. Е. Курносов // Экологические проблемы современности. Пенза. 2011. С. 61—65.
- 8. **Садетдинов III. В.** Трехкомпонентные боратсодержащие системы: дис. д-ра хим. наук / III. В. Садетдинов. Казань, 1999. 336 с.

УДК 621.436

С. В. Гусаков, д-р техн. наук, профессор, Российский университет дружбы народов (РУДН), В. А. Марков, д-р техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (МГТУ), М. А. Савельев, канд. техн. наук, Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (РВВДКУ) имени генерала армии В. Ф. Маргелова

E-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

УПРАВЛЕНИЕ МОЩНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

Рассмотрен метод улучшения показателей топливной экономичности автомобильного дизеля. Проведен анализ характеристик дизеля легкового автомобиля. Предложен закон управления мощностью, обеспечивающий минимальный эксплуатационный расход топлива.

Ключевые слова: автомобиль, силовая установка, двигатель внутреннего сгорания, управление мощностью, расход топлива, топливная экономичность.

Method of improvement of fuel efficiency parameters of automotive diesel engine is considered. The analysis of diesel engine cars characteristics is carried out. Power control law providing minimum operational fuel consumption is suggested.

Keywords: automobile, power installation, internal combustion engine, power control, fuel consumption, fuel efficiency.

(Рисунки на 2-й, 3-й, 4-й полосах обложки)

Проблема снижения расхода топлива автомобильных силовых установок с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) остается одной из наиболее актуальных проблем современного двигателестроения [1, 2]. Сложность ее решения обусловлена тяжелыми условиями эксплуатации автомобиля и его ДВС в современных городских условиях, характеризуемых загруженностью городских автомагистралей, частой сменой разгонов и торможений, рассогласованием характеристик различных систем двигателя, неоптимальностью его параметров [2, 3]. При этом резервы снижения расхода топлива автомобильными ДВС путем совершенствования рабочего процесса на конкретном режиме работы практически исчерпаны. В связи с этим все большее значение приобретает оптимизация работы двигателя в составе транспортного средства [4—6].

Характерной особенностью эксплуатации автомобильных двигателей в современных городских условиях является работа в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов. При этом в распределении режимов их работы преобладают режимы с пониженной частотой вращения и неполной нагрузкой [1, 7—9]. Отмечается и значительная доля неустановившихся режимов, достигающая 90—95 % общего времени работы двигателя [10—13]. В этих условиях наблюдается несоответствие оптимальных параметров работы двигателя и трансмиссии, а также характеристик систем двигателя (систем топливоподачи, воздухоснабжения, газораспределения, охлаждения и др.). Согласование указанных характеристик на каждом конкретном эксплуатационном режиме достигается путем применения соответствующих систем автоматического регулирования и управления (САР и САУ) [1, 2, 8].

В настоящее время все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Зарубежные автомобилестроительные фирмы применяют дизели не только на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, автобусах, которые традиционно оснащаются такими двигателями, но и расширяют применение дизелей на легковых и малотоннажных грузовых автомобилях. По данным последних исследований фирмы Robert Bosch (Германия), доля легковых автомобилей с установленными на них дизелями в Европе в 2005 г. равнялась

33,5 %, а в 2013 г. уже составляла приблизительно 62—68 % [14]. Этим объясняется повышенное внимание исследователей к мощностным, топливно-экономическим и экологическим характеристикам дизелей, используемых в качестве силовых установок легковых автомобилей.

К показателям топливной экономичности автомобильных ДВС относятся индикаторный и эффективный КПД двигателя на конкретном режиме работы (чаще — номинальном), соответствующие удельные расходы топлива, часовой расход топлива на данном режиме, расход топлива на 100 км пробега автомобиля или эксплуатационный расход топлива. Среди этих показателей наиболее информативным является эксплуатационный расход топлива, поскольку он отражает топливную экономичность силовой установки автомобиля с учетом распределения режимов работы этой установки в реальных условиях эксплуатации.

Оценить эксплуатационный расход топлива двигателя можно с использованием его внешней и универсальной (многопараметровой) характеристик [1, 2]. При этом на режимах с низкой частотой вращения коленчатого вала дизеля и с малыми нагрузками индикаторные показатели рабочего процесса существенно ухудшаются [15]. Это, прежде всего, справедливо применительно к дизелям с системами топливоподачи разделенного типа с плунжерными топливными насосами высокого давления (ТНВД), не оснащенными современными САР и САУ. Действительно, на указанных режимах вследствие уменьшения скорости плунжера ТНВД и цикловой подачи топлива при постоянных проходных сечениях форсунок снижение объемной скорости топливоподачи приводит к снижению давления впрыскивания и тонкости распыливания топлива. Как следствие, ухудшается качество процессов смесеобразования и последующего сгорания топлива, снижаются индикаторный и эффективный КПД двигателя. Это, пусть и в меньшей степени, относится и к дизелям с современными системами топливоподачи. Поэтому необходимо проведение исследований, направленных на оптимизацию работы двигателя в составе транспортного средства.

В качестве объекта исследования выбран современный дизель фирмы Volkswagen AG модели TDI ALH (4 ЧН 7,99/9,55) с турбонаддувом, рабочим объемом $iV_h = 1896$ см³ и номинальной мощностью $N_e = 66$ кВт, устанавливаемый на различные модели легковых автомобилей фирм Volkswagen и Audi (Германия), Seat (Испания), Šcoda (Чехия). При разра-

ботке этого двигателя особое внимание было уделено обеспечению высоких топливно-экономических по-казателей двигателя, в том числе и на режимах с пониженной частотой вращения коленчатого вала, о чем свидетельствует характер протекания внешней скоростной характеристики и универсальных (многопараметровых) характеристик этого дизеля, приведенных на рис. 1 и 2 [16, 17].

Дизель оснащен системой управления типа Electronic Diesel Control (EDC) фирмы R. Bosch, основной задачей которой является управление работой системы впрыскивания дизельного топлива. Микропроцессорное управление подачей топлива в этом двигателе реализует двухразовое впрыскивание топлива в камеру сгорания двумя точно дозированными порциями. Первой поступает малая пилотная доза топлива, которая сгорая создает благоприятные условия для воспламенения и сгорания основной дозы топлива.

Анализ универсальной характеристики этого дизеля (см. рис. 2) позволил предложить алгоритм управления мощностью, оптимизированный по эксплуатационному расходу топлива (предложенный закон показан звездочками на рис. 2). Если не принимать во внимание различные ограничивающие факторы, о которых речь пойдет ниже, характеристика, обеспечивающая минимизацию удельного эффективного расхода топлива двигателем, может быть задана тремя характерными участками.

От режима холостого хода (со средним эффективным давлением $p_e = 0$) до режима с мощностью около 10 кВт (с p_e = 0,63 МПа) минимальный расход топлива обеспечивается при минимальной рабочей частоте вращения вала двигателя. Второй участок характеристики в диапазоне мощности от 10 до 47 кВт (до $p_e = 1,38$ МПа) проходит через зоны с наилучшей топливной экономичностью в частотном диапазоне n = 1000 - 2200 мин⁻¹. Третий участок характеристики до мощности 67 кВт (до $p_e = 1,10~{
m M}\Pi{
m a}$) совпадает с внешней скоростной характеристикой (ВСХ) и соответствует диапазону частот вращения n = 2200 - 3800 мин⁻¹. При реализации разработанной характеристики возможность минимизации расхода топлива обусловлена тем, что второй участок этой характеристики протекает в зоне с наименьшим удельным эффективным расходом топлива $g_e = 210 - 200 \, \text{г/(кВт • ч)}$, а часть его вообще совпадает с характеристикой минимального $g_{\rho} = 200 \, \text{г/(кВт} \cdot \text{ч})$ (см. рис. 2).

Для дальнейшего анализа предложенный закон был аппроксимирован по трем указанным участкам

следующими зависимостями в функции частоты вращения n и удельного эффективного расхода топлива g_a :

$$n_{(I)} = 1000;$$

$$g_{e(I)} = -1,805N_e^3 + 39,23N_e^2 - 282,4N_e + 903,2;$$

$$n_{(II)} = 0,0326N_e^3 - 2,929N_e^2 + 106,6N_e + 223,9;$$

$$g_{e(II)} = 0,0198N_e^2 - 1,519N_e + 227,2;$$

$$n_{(III)} = 1,415N_e^2 - 85,59N_e + 3045,5;$$

$$g_{e(III)} = -0,0365N_e^2 + 5,248N_e + 32,03.$$
(1)

Предложенная характеристика перекрывает весь мощностной диапазон работы двигателя и расположена преимущественно в зоне пониженных частот вращения коленчатого вала, при которых механические потери минимальны. При этом давление в камере сгорания нарастает более плавно, шумность двигателя снижается, улучшаются экологические показатели дизеля, расход топлива сокращается примерно на 20%, а крутящий момент на режимах с малой частотой вращения возрастает на 25% [18]. Электронное управление топливоподачей в сочетании с установкой турбокомпрессора с управляемым направляющим аппаратом турбины позволило достичь высоких показателей топливной экономичности в области малых частот вращения коленчатого вала.

Известно, что работа автомобильного двигателя на режимах с низкой частотой вращения коленчатого вала и большой нагрузкой вызывает дискомфорт для водителя в связи с возникновением низкочастотных колебаний транспортного средства. Испытания показывают, что ускорения транспортного средства в $1.5 \,\mathrm{m/c^2}$ сопровождаются его колебаниями с амплитудой 20 мм и частотой 150 колебаний/мин, которые вызывают значительный дискомфорт. Ускорения же свыше 3.5 м/c^2 при амплитуде 40-50 мм и частоте более 60 колебаний/мин считаются недопустимыми, так как вызывают быстрое утомление водителя [19]. Колебания при низких частотах вращения коленчатого вала возникают в трансмиссии в связи с ростом неравномерности вращения коленчатого вала двигателя. На рис. 3 приведены графики неравномерности вращения четырехцилиндрового рядного ДВС легкового автомобиля, полученные на основе его динамического расчета [20]. Относительная неравномерность скорости вращения коленчатого вала двигателя вычисляется как:

$$d = \frac{\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}}{\omega_{\text{cp}}} 100 \%,$$

где ω_{max} , ω_{min} и $\omega_{\text{ср}}$ — мгновенные максимальная, минимальная и средняя угловые скорости коленчатого вала, полученные из динамического расчета поршневого двигателя [20].

Из данных рис. 3 следует, что при работе ДВС на режимах с пониженными частотами вращения n = 500 - 1500 мин⁻¹ коэффициент неравномерности d существенно возрастает, что уменьшает плавность движения автомобиля. При этом водитель стремится как можно быстрее включить пониженную передачу КП.

Современный подход к снижению неравномерности вращения коленчатого вала двигателя, повышения комфорта и удобства управления автомобилем состоит в применении на двигателях так называемых двухмассовых маховиков [21]. Особенность конструкции двухмассовых маховиков (ДММ) заключается в применении пружинно-демпфирующей системы с пружинами различной жесткости и увеличении угла смещения ведущего диска и ведомого диска относительно друг друга.

Так, если демпфирующее отклонение стандартного диска сцепления составляет $10-12^{\circ}$ в каждую сторону, то в двухмассовом маховике предел угла демпфирования увеличен до \pm 60°, что суммарно составляет 120° . Поэтому колебания, генерируемые двигателем, практически не передаются трансмиссии. В результате ДММ имеет следующие преимущества в сравнении с обычным маховиком:

- двигатель излучает значительно меньше шума от работы сцепления;
- снижаются вибрации во всем диапазоне частот вращения двигателя;
- отсутствует развитие резонансных колебаний при движении автомобиля на малых скоростях и, как следствие, значительно снижаются вибрации;
- достигается легкое и более мягкое включение передач К Π ;
- повышается ресурс двигателя и трансмиссии благодаря снижению динамических нагрузок на их летали.

Для численного анализа эффективности работы ДММ была разработана компьютерная программа, пример пользовательского интерфейса которой, приведен на рис. 4.

Эквивалентная схема ДММ может быть представлена как двухмассовая система с упругой связью:

$$\begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_1 M(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_2 \\ J_2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \phi_2 \\ \phi_2 \\ \phi_1 M(t) \end{pmatrix}$$

$$\begin{split} \frac{d\omega_{1}}{dt} &= \frac{1}{J_{1}} \big[M(t) - M_{12} \big]; \\ \frac{d\omega_{2}}{dt} &= \frac{1}{J_{2}} \big[M_{12} - M_{c} \big]; \\ \frac{dM_{12}}{dt} &= c_{12} \big[\omega_{1} - \omega_{2} \big], \end{split}$$

где ω_1 и ω_2 — угловые скорости вращения ведущего и ведомого дисков ДММ, рад $^{-1}$; M(t) — закон изменения крутящего момента, развиваемого ДВС, $\mathbf{H} \cdot \mathbf{m}$; J_1 — момент инерции подвижных деталей ДВС и ведущего диска ДММ, $\mathbf{kr} \cdot \mathbf{m}^2$; J_2 — приведенный момент инерции, включающий массы ведущего диска ДММ, коробки передач, колес и массы транспортного средства, $\mathbf{kr} \cdot \mathbf{m}^2$; c_{12} — жесткость пружинно-демпфирующей системы ДММ, $\mathbf{H} \cdot \mathbf{m}$ /рад; M_{12} — момент упругости пружинно-демпфирующей системы ДММ, $\mathbf{H} \cdot \mathbf{m}$; M_{c} — средний момент сопротивления, $\mathbf{H} \cdot \mathbf{m}$.

При приведении к вращательному движению с угловой скоростью ω_j поступательно движущейся массы m_a со скоростью V_a , масса эквивалентна моменту инерции $J_{\rm пp}$ из условий равенства кинетической энергии

$$J_{\rm mp} \frac{\omega_j^2}{2} = \frac{m_a V_a^2}{2}.$$

Закон изменения текущего крутящего момента

$$M(t) = M_{\text{max}} \sin\left(\frac{\pi nt}{30}\right) + M_{\text{c}}$$

для простоты принят синусоидальным с периодом $\pi \cdot n/30$, амплитудой $M_{\rm max}$, вычисляемой из динамического расчета, и средним значением $M_{\rm c}$. Нелинейная жесткость пружины ДММ задается следующей зависимостью:

$$c_{12} = 100 + |M_{12}|^{1,05}.$$

Проведенные расчеты по разработанной компьютерной программе для различных параметров системы "двигатель — ДММ — автомобиль" подтвердили высокую степень демпфирования колебаний трансмиссии при применении двухмассового маховика. Однако реализовать предложенную характеристику (1) с помощью механической КПП практически невозможно, так как требуется коробка с очень большим количеством передач. Но даже и в этом случае дискретность переключения может исказить результаты по эксплуатационному расходу топлива. Более

естественным является исключение механической ступенчатой коробки передач и возложение ее функций на бесступенчатую трансмиссию, например, на электрическую последовательную передачу "ДВС — электрогенератор — электромотор — колесо" [3]. Современные электрогенераторы, электродвигатели, согласующие и управляющее устройства обладают достаточно высоким коэффициентом полезного действия, и дальнейшие расчеты были проведены при условии равенства КПД механической и электрической трансмиссий.

Для анализа эксплуатационной топливной экономичности двигателя автомобиля с различными типами трансмиссии использовалась компьютерная программа, моделирующая движение транспортного средства в соответствии с одним из стандартизованных ездовых (испытательных) циклов NEDC, FTP-75, $10-15 \mod e$, JC08, HWFET и др. (рис. 5) [4—6]. Программа позволяет рассчитать время работы исследуемого двигателя в каждой из нагрузочно-скоростных зон рабочих режимов так, как это показано в табл. 1 и 2. При этом суммарный расход топлива за цикл вычисляется с учетом опытной характеристики удельного эффективного расхода топлива двигателем (см. рис. 2), позволяющей вычислить удельный эффективный расход топлива g_{eii} для каждой зоны.

Анализ движения транспортного средства проведен для ездового цикла NEDC, принятого в качестве стандарта для оценки токсичности отработавших газов и эксплуатационного расхода топлива в Европейском Союзе и Российской Федерации [22]. График изменения текущей скорости движения исследуемого автомобиля в соответствии с этим циклом описывается кривой I на рис. 5. Табл. 1 соответствует расчету при комплектовании автомобиля пятиступенчатой КП, а табл. I при использовании электрической трансмиссии и оптимального закона управления мощностью двигателя (предложенного закона управления).

При оснащении автомобиля механической КП, условием перехода на повышенную передачу является достижение двигателем определенной частоты вращения коленчатого вала. В рассматриваемом случае за частоту переключения передачи принята частота, равная 70% $n_{\text{ном}}$, что составляет $n=2800\,\text{мин}^{-1}$. Как видно из табл. 1, при выполнении ездового цикла NEDC двигатель работает преимущественно на режимах со средними и малыми нагрузками, что должно отрицательно сказаться на его топливной экономичности. В табл. 3 приведены интегральные показатели движения исследуемого автомобиля в соответствии с ездовым циклом NEDC.

Время работы двигателя в нагрузочно-скоростных зонах (механическая КПП), с

					Частота	а вращени	ія коленча	атого вала	, мин ⁻¹			
		800	1120	1440	1760	2080	2400	2720	3040	3360	3680	4000
	1,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	1,01	0	0	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0
Среднее эффективное давление, МПа	0,88	0	0	0	0	8,3	7,4	0	0	0	0	0
днее эффектив: давление, МПа	0,76	0	0	0	0	2,4	9,2	0	0	0	0	0
аднее	0,63	0	0	0	0	0,1	3,2	3	0	0	0	0
Cp	0,5	0	0	0	0,5	13,4	13,5	30,2	0	0	0	0
	0,38	0	0	7,9	10,4	18,6	22,9	6,6	0	0	0	0
	0,25	22,4	15,8	26,2	28,6	20,1	112,5	7,1	0	0	0	0
	0,12	543,9	0	29,8	140,6	0	0	112,7	0	0	0	0

 $\label{eq:2} \mbox{ Таблица 2 } \mbox{ Время работы в нагрузочно-скоростных зонах (электрическая трансмиссия), c}$

Частота вращения коленчатого вала, ми								, мин ⁻¹				
		800	1120	1440	1760	2080	2400	2720	3040	3360	3680	4000
	1,39	0	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0
	1,27	0	0	7,9	1,7	0	0	0	0	0	0	0
	1,14	0	0	17,5	0	0	0	0	0	0	0	0
ное	1,01	0	0	8,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Среднее эффективное давление, МПа	0,88	0	44	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
эффе	0,76	13,9	30,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
давление,	0,63	165,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cpe	0,5	30,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,38	149,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,25	173,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,12	572,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 1

Таблица 3

Показатели движения исследуемого автомобиля в соответствии с ездовым циклом \	1EDC
TIONADATCHIN ADMINISTRIA MECHELICA JEMOTO ADTOMOUNHIN D COOTDETETDIN E COADDIM HINDOM I	LLDC

Тип трансмиссии	$t_{\text{цикл}}$, с	$G_{ m _{IIИКЛ}}$, г	$V_{ m cp}$, км/ч	$L_{ m цикл}$, км	G_{100} , л/100км	$A_{\text{цикл}}$, кДж	η _{цикл} , %
Механическая КПП	1220	576,0	32,2	10,933	6,27	4817,5	19,5
Электрическая	1220	446,3	32,2	10,933	4,86	401/,3	25,1

Ездовой цикл NEDC характеризуется "пробегом" транспортного средства $L_{\text{цикл}}$ около 11 км за время $t_{\text{цикл}}=1220$ с со средней скоростью $V_{\text{ср}}=32,2$ км/ч [22]. Массовый расход топлива (г) за ездовой цикл определялся как сумма:

$$G_{\text{MMKJ}} = \frac{1}{3600} \sum_{\substack{i=1 \ j=1}}^{N,M} g_{e\ ij} N_{e\ ij} \Delta \tau_{ij},$$

где $g_{e\ ij}$ — удельный эффективный расход топлива в i-ой зоне по частоте вращения и j-ой зоне по нагрузке, получаемый по универсальной (многопараметровой) характеристике (см. рис. 2), $r/(\kappa \text{Bt} \cdot \text{ч})$; $N_{e\ i}$ — средняя для i,j-ой режимной зоны мощность двигателя, κBt ; $\Delta \tau_{ij}$ — расчетное время работы двигателя в i,j-ой режимной зоне, с.

Путевой расход топлива (л/100 км) в ездовом цикле вычислялся по зависимости

$$G_{100} = \frac{100G_{\text{ЦИКЛ}}}{L_{\text{ЦИКЛ}}\rho_{\text{ТОПЛ}}},$$

где $L_{\text{цикл}}$ — "пробег" автомобиля за ездовой цикл, км; $\rho_{\text{топл}}$ — плотность топлива, кг/м 3 . Значения полезной работы, совершаемой в ездовом цикле, вычислялись по формуле:

$$A_{\text{ЦИКЛ}} = \Delta t \sum_{k=1}^{K} N_{e \text{ потр}k},$$

где Δt — шаг расчета компьютерной программы, с; K — число шагов расчета; $N_{e \text{ потр } k}$ — мощность двигателя, потребляемая на k-ом временном расчетном шаге, кВт. Условный коэффициент полезного действия транспортного средства при выполнении ездового цикла принят равным, %:

$$\eta_{\text{цикл}} = \frac{10 A_{\text{цикл}}}{G_{\text{цикл}} H_U},$$

где H_U — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг. При оптимальном по топливной экономичности управлении двигателем по рассчитанной мощности

двигателя $N_{e\, \text{потр}\, k}$ с использованием зависимостей (1) на каждом временном шаге вычислялись частота вращения коленчатого вала n и соответствующий удельный эффективный расход топлива g_e . В результате формировалась таблица загруженности режимов (см. табл. 2), а по ней вычислялись интегральные параметры цикла (см. табл. 3, нижняя строка). Работа по оптимальной характеристике (предложенный закон показан звездочками на рис. 2) дает снижение путевого расхода до $4,86\,\pi/100\,\mathrm{km}$, или на $22,5\,\%$ меньше, чем при использовании механической КП.

Таким образом, несмотря на усложнение трансмиссии легкового автомобиля при переходе с механической КП на электрическую трансмиссию, появившаяся возможность реализации оптимального закона управления мощностью двигателя дает существенный выигрыш в эксплуатационной топливной экономичности. При этом появляется перспектива дальнейшего снижения путевого расхода топлива путем развития электрической трансмиссии (установка силового аккумулятора) для реализации режимов: "старт-стоп", движения на электрической тяге и рекуперации энергии торможения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А.** Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для вузов. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.
- 2. **Машиностроение. Энциклопедия. Том IV.** Двигатели внутреннего сгорания / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков и др. Под ред. А. А. Александрова, Н. А. Ивашенко. М.: Машиностроение, 2013. 784 с.
- 3. **Гусаков С. В.** Гибридные силовые установки на основе ДВС: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во РУДН, 2008. 180 с.
- 4. **Гусаков С. В., Марков В. А., Афанасьева И. В.** Улучшение эксплуатационных показателей транспортных средств при использовании гибридных силовых установок // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 2. С. 32—41.
- 5. Гусаков С. В., Афанасьева И. В., Марков В. А. Энергетический баланс гибридной силовой установки автомобиля при его движении в соответствии с но-

- вым европейским испытательным циклом NEDC // Грузовик. 2010. № 7. С. 22—34.
- 6. Гусаков С. В., Марков В.А, Афанасьева И. В., Мохсен Ахмадниа. Оптимальное управление мощностью двигателя автомобиля с электромеханической трансмиссией и силовым аккумулятором // Грузовик. 2015. № 11. С. 6—14.
- 7. **Крутов В. И.** Двигатель внутреннего сгорания как регулируемый объект. М.: Машиностроение, 1978. 472 с.
- Крутов В. И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1989. 416 с.
- Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 376 с.
- Акатов Е. М., Белов П. М., Дьяченко Н. Х., Мусатов В. С. Работа автомобильного двигателя на неустановившемся режиме. М.-Л.: Машгиз, 1960. 282 с.
- 11. **Архангельский В. М., Злотин Г. Н.** Работа карбюраторных двигателей на неустановившихся режимах. М.: Машиностроение, 1979. 152 с.
- Патрахальцев Н. Н. Неустановившиеся режимы работы двигателей внутреннего сгорания. — М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2009. — 380 с.
- Шестухин В. И. Работа автомобильного дизельного двигателя при неустановившейся нагрузке. — М.: Транспорт, 1966. — 28 с.

- Система управления дизелем: [сайт]. URL: http:// www.autoshcool.ru/5259-sistema-upravleniya-dizelemelectronic-diesel-control-edc.html
- 15. **Брилинг Н. Р., Вихерт М. М., Гутерман И. И.** Быстроходные дизели. М.: Машгиз, 1951. 520 с.
- Автомобиль New Beetle: Конструкция и принцип действия агрегатов и систем. Программа самообучения 211. Изд-во Volkswagen, 2013. 45 с.
- 17. **Piancastelli L., Daidzic N. E., Frizziero L., Rocchi I.** Analysis of Automotive Diesel Conversions with KERS for Future Aerospace Applications // International Journal of Heat and Technology. 2013. Vol. 31. P. 143—153.
- 18. **Что обозначает SDI, TDI, DCI, CDI, HDI и др.:** [сайт]. URL: https://otvet.mail.ru/question/53645889
- Фалькевич Б. С. Теория автомобиля: Учебное пособие для вузов. М.: Машгиз, 1963. 239 с.
- 20. **Колчин А. И., Демидов В. П.** Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2008. 496 с.
- 21. **Škoda.** Двухмассовый маховик. Устройство, рабочая проверка, описание отказа, техническое описание № 2017209. Млада-Болеслав (Чехия): Изд-во Šcoda, 2012. 65 с.
- Милешкин К. Изменение расхода топлива: под вой барабанов // За рулем. 2012. № 4. С. 196—198.

Известный ученый-двигателист, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Теплотехника и тепловые двигатели" Российского университета дружбы народов, автор многочисленных публикаций в журнале "Грузовик" Сергей Валентинович Гусаков работал над этим материалом, будучи смертельно больным.

На протяжении всей своей трудовой деятельности Сергей Валентинович занимался исследованием и совершенствованием рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания, акцентируя внимание на топливно-экономические и экологические показатели. Он является автором более 100 научных работ, автором ряда монографий и учебных пособий. Под его руководством защищено 13 диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

С. В. Гусаков входил в экспертный совет ВАК по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению, был членом диссертационного совета РУДН, членом учебнометодической комиссии РУДН и НТС инженерного факультета РУДН.

Сегодняшней публикацией соавторы, коллеги, коллектив журнала "Грузовик" отдают дань памяти Сергею Валентиновичу Гусакову.

УДК 629.331

В. Н. Козловский, д-р техн. наук, С. В. Петровский, ведущий инженер,

Г. С. Колюжный, магистрант, СамГТУ, г. Самара

E-mail: kozlovskiy-76@mail.ru

АКТУАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье актуализирована задача разработки информационно-диагностического интеллектуального комплекса оценки параметров системы зажигания электрооборудования автомобилей с реализацией соответствующих математических моделей и построением концептуальной модели диагностики электромагнитного возмущения от системы зажигания.

Ключевые слова: качество, надежность, автомобиль, электрооборудование, система зажигания.

The article actualized task of developing information and diagnostic, predictive of the complex estimation of the parameters of the ignition system of electric cars, with the implementation of appropriate mathematical models and the construction of a conceptual model of diagnosis electromagnetic disturbance from the ignition system.

Keywords: quality, reliability, vehicle electrical, ignition system.

Анализ тенденций развития комплекса электрооборудования современных автотранспортных средств показывает, что требования к качеству функционирования сложных технических устройств, составляющих его элементную базу, в значительной степени растут. При этом все более актуальной становится задача обеспечения требуемого уровня электромагнитной совместимости в единой технической среде автомобиля с повышением уровня соответствующей безопасности для человека и окружающей среды.

Наиболее существенный вклад в генерирование широкополосных электромагнитных помех характерно для системы зажигания. Именно поэтому разработка и внедрение системы диагностики отклонений в работе системы зажигания является важной научно-технической задачей.

Сегодня качественную диагностику системы зажигания, с точки зрения определения параметров ЭМП, а также анализ изменения соответствующих показателей в динамике, можно провести только в специализированных технических центрах. К сожалению, предприятия фирменного автосервиса зачастую не обладают соответствующими компетенциями и далеко не на всех из них есть необходимое измерительное оборудование.

С другой стороны, благодаря развитию электротехнических и электронных систем управления на автомобильном транспорте, появляются возможности создания бортовых систем по проверке параметров ЭМС. Функционирование бортовых диагностических систем, осуществляющих проверку ЭМС, может базироваться на математических моделях, переведенных в программные коды контроллера электронной системы управления двигателем, что позволяет повысить надежность и быстродействие диагностических процедур [1].

Для постановки задачи, связанной с повышением надежности и быстродействия диагностики системы зажигания, необходимо разработать концептуальную модель, математическую и имитационные модели, реализующие исследуемые процессы, провести их экспериментальные исследования по электромагнитным помехам на различных частотах для определения уровня помех.

Наличие микропроцессорных систем и интеллектуальных датчиков внутри системы управления ДВС, в том числе в системе зажигания и внутри других устройств современных автомобилей, создает благоприятную среду для построения интеллектуально-информационных диагностических систем (ИИС) на их основе.

Именно поэтому представленная работа сфокусирована на разработке ИИС для диагностики уровня ЭМП от систем зажигания. На рис. 1 представлена структурная схема разрабатываемой ИИС.

Функционал интеллектуально-измерительной диагностической системы (ИИС) состоит в выработке экспертной оценки, на основе которой принимается решение к действию по изменению уровня электромагнитного возмущения (ЭМВ). Причем действие обеспечивается для достижения поставленной изначальной цели (выработка управления). Системой прогнозируется значение параметра результата действия, которое сопоставляется с реальными рабочими параметрами. Тем самым образуется обратная связь для корректировки экспертной оценки или управления [7].

Основным блоком ИИС (см. рис. 1) является бортовая система контроля (БСК), которая на основании текущих сведений об окружающей среде, например по уровню ЭМП и другим параметрам объекта управления, осуществляет экспертную оценку. Полученная оценка преобразуется ИИС в физический сигнал и поступает на исполнительные устройства. Объект управления, получая сигнал от исполнительных устройств, осуществляет требуемое действие, результаты которого поступают в БСК по цепи обратной связи, где они сравниваются с прогнозируемыми результатами. Если поставленная цель достигается, то управление подкрепляется динамической экспертной системой. В противном случае происходит коррекция управления.

Таким образом БСК представляет собой комплексное образование, способное оценивать состояние объекта измерения и среды, сопоставлять пара-

База знаний Ошибка Бортовая система Интеллектуальная Прогноз Экспертная измерительная результата контроля (БСК) оценка система действия Система Объект зажигания управления (устройство управления) Результат действия (JIBC)

Рис. 1. Структурная схема интеллектуальной системы диагностики системы зажигания

метры желаемого и реального результатов действия, принимать решение и вырабатывать в соответствии с ним управление, способствующее достижению поставленной цели. Для этого БСК должна обладать запасом знаний, хранящихся в базе данных, и быть ассоциируемой с ИИС, как показано на рис. 1.

Необходимо отметить, что этапы создания интеллектуальных систем не являются четко очерченными и подробно регламентированными, поэтому между этими этапами трудно провести временную и содержательную границу.

Диагностическая ИИС, разработанная в ходе данной работы, представляет собой демонстрационный прототип, показывающий целесообразность и реализуемость предложенного подхода к контролю соблюдения требований по ЭМС электрооборудования автомобиля.

В настоящем исследовании диагностические данные обрабатываются с помощью подходов, основанных на алгоритмах классификации, осуществляющихся программой ВЕКА для интеллектуального анализа данных (версии 3.6.8.), и с помощью вычислительного эксперимента, использующего метод опорных векторов, реализованного в ENCOG Workbench (версия 3.1).

Программа ВЕКА

Среда разработки Waikato для приобретения знаний (BEKA) обеспечивает удобство и легкий доступ к методам машинного обучения [3]. Программа ВЕКА получила широкое распространение в решении научных и научно-ориентированных задач, как универсальный инструмент для анализа данных.

Три алгоритма из этой программы были использованы в данном исследовании:

- Zero-R: базовый алгоритм классификации, который определяет основной класс данных для большинства случаев и, как правило, используется в качестве основы для сравнения классификаторов.
- One-R: другой алгоритм классификации, который является более сложным. Он определяет набор правил (по одному на каждый признак) и выбирает правило с наименьшей ошибкой прогноза классификации.
- Ј-48: выполнен в ВЕКА алгоритм С4.5. дерева принятия реше-

ний, разработанный Джоном Квинланом. Алгоритм строит деревья решений для классификации из выборки данных с использованием нисходящего подхода. Признак с самым высоким показателем нормирования данных используется для принятия решения о классификации.

Программа ENCOG

ENCOG также является средой разработки программ машинного обучения, предложенной Дж. Хитон, содержащей различные классы для создания широкого спектра алгоритмов обработки данных, а также поддержки операций для нормализации данных.

Базируясь на функциональных схемах работы интеллектуальных датчиков, приведенных на рис. 2, можно предложить следующую структуру интеллектуальных блоков системы диагностики уровня электромагнитного возмущения (ЭМВ).

Основным блоком ИИС является интеллектуальный датчик, который на основании текущих сведений об окружающей среде и состояния объекта управления (системы зажигания ДВС) осуществляет оценку комплексных характеристик диагностируемой системы. Полученная оценка преобразуется устройством выработки управления (ЭБУ) в физический сигнал и поступает на вход системы зажигания, которая является исполнительным устройством.

Таким образом, диагностическая ИИС представляет собой комплексное образование, способное оценивать состояние объекта диагностики и среды,

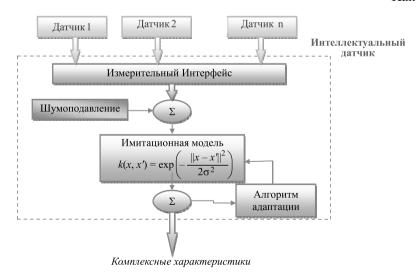


Рис. 2. Интеллектуальный датчик (ИД) диагностики уровня ЭМВ от системы зажигания

сопоставлять параметры желаемого и реального результатов действия объекта, принимать решение и вырабатывать в соответствии с ним управление, способствующее достижению поставленной цели [8].

По этой причине ИИС должна обладать возможностью в процессе своего функционирования сохранять и приобретать диагностические знания, которые нацелены на решение наиболее важной задачи любой диагностической системы обнаружения и устранения неисправностей (ОУН). При этом данные знания обеспечивают базу для подходов математического моделирования (ММ), в то время как алгоритмические знания особенно полезны для реализации диагностики на основе данных (ДД подход).

Внутри вышеуказанных подходов находят все более широкое применение методы искусственного интеллекта, основанные на математических моделях обнаружения и устранения неисправностей. Поэтому интеллектуальный подход, выраженный ИИС, все чаще используется для решения сложных проблем в различных технических областях, в том числе в автомобильной диагностике [9].

Имеется несколько причин для интеграции искусственного интеллекта в выявлении, анализе и прогнозировании электромагнитных помех в различных условиях эксплуатации транспортного средства. Для систематизированного применения методов искусственного интеллекта в данной работе предложена концептуальная модель (рис. 3), которая адаптирует к процессу ОУН многоуровневую схему, заимствованную из структуры интеллектуального анализа данных [7].

Каждый уровень или слой этой схемы предназначен для определенных задач обработки данных, начиная от низшего уровня сбора диагностических данных, через обработку и анализ полученных данных и до высшего уровня интерпретации данных с использованием либо существующих, либо приобретенных знаний.

Слой с наименьшим уровнем абстракции (тем самым не использующий методы искусственного интеллекта) соответствует сбору диагностических данных по ЭМП, включая их визуальное представление и подготовку для дальнейшего анализа. Второй слой осуществляет обработку полученных данных (такую, например, как определение резко выделяющихся значений, исключение пропущенных значений и тому подобное) с определением их характерных особенностей.

		Выполняемые операции	Используемые методы	Примеры применений
Высокий	Интерпретацичя данных	Построение базы данных	Прогностическое техническое обслуживание	Проверка электромагнитной совместимости
Bbi	Интерп	Интерпретация данных	Оценка допущений	Диагностика неисправностей
льзования а)	цанных	Классификационные модели	Машинное обучение + вычислительный интеллект	ИНС + метод опорных векторов
Уровень абстракции (степень использования искусственного интеллекта)	Анализ данных	Прогнозирующие модели, базирующиеся на данных	Модели, основанные на правилах, и регрессионные модели	Дерево принятия решений
акции (с ственног	HIBIX		Определение резко	Цифровая обработка сигналов
ень абстр искусо	Обработка данных	Определение характерных особенностей	отклоняющихся значений	Проверка сигналов
ypos	O6pa		Проверка гипотез	Наличие аномальных помех
Низкий	анных	Нормализация диапазона	Статистические методы	Распределение, средний уровень и аномальные значения шума
Низ	Сбор данных	и визуализация данных	Мониторинг уровня шума и помех	Радиопомехи от свечи зажигания
		Источник диагностических данны	х	

Рис. 3. Концептуальная модель диагностики электромагнитного возмущения от системы зажигания (закрашенные блоки концептуальной модели были реализованы в ходе данной исследовательской работы)

Основной функцией второго слоя является выделение наиболее важных входных переменных, незаменимых при построении диагностических моделей с хорошими возможностями обобщения.

Остальные слои предлагаемой концептуальной модели работают на более высоком уровне абстракции, что позволяет применять на них методы искусственного интеллекта. В частности, третий слой отвечает за создание, оценку и корректировку (при необходимости) моделей, основанных на используемых диагностических данных. В этой концептуальной модели особая роль отводится методу искусственных нейронных сетей (ИНС) и методу опорных векторов (МОВ), которые имеют большое значение в диагностике уровня ЭМП. Задачей последнего слоя является интерпретация диагностических данных в результате обобщения полученных моделей и углубления знаний о принципах обнару-

жения и устранения неисправностей в объектах и системах, проходящих диагностику. Последний слой как раз и является интеллектуально-информационной системой для диагностики ЭМП от системы зажигания.

Покажем работу концептуальной модели диагностики на примере идентификации уровня электромагнитных помех [9].

На рис. 4 представлены процессы, реализуемые разработанной диагностической системой при идентификации уровня электромагнитных помех. В этом смысле основной обеспокоенностью в связи с автомобильными ЭМП является нежелательный шум, создаваемый автомобильными электрическими системами, в частности — системой зажигания автомобилей, которая вносит негативную составляющую в работу других систем и электрооборудования в радиусе 100 метров от автомобиля.

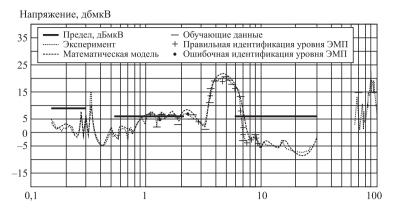


Рис. 4. Выявление уровня ЭМП

В [7] сравнительный анализ данных об ЭМП от системы зажигания, полученных эмпирически и с помощью математического моделирования на основе адаптированной модели Майра. Несмотря на приемлемое соответствие эмпирических и моделируемых значений, погрешность выбранной математической модели варьировалась в пределах 6—18 %, что, безусловно, оставляло желать лучшего.

Поэтому первым проведенным экспериментом по использованию диагностических ИИС для выявления повышенного уровня помех было исследование, имеющие те же исходные данные (экспериментальная кривая рис. 4), но целью которого было построение "умного" датчика вместо математической модели, способного автоматически определять, когда поступающие диагностические данные указывают на неприемлемый уровень ЭМП.

Для реализации эксперимента был выделен частотный диапазон в пределах от 1 до 10 МГц. В выделенном диапазоне были выбраны значения, характеризующие уровень электромагнитного шума, соответствующие и несоответствующие требованиям по ЭМС (обучающие данные).

Основной целью использования ИНС является обеспечение автоматизированного обнаружения недопустимо высокого уровня радиопомех без априорного знания минимального соотношения (порогового значения) сигнал-шум на различных частотах. Настроив ИНС на наборе обучающих пар (80 значений), соотносящих уровень ЭМП с удовлетворением требований ЭМС в выбранном частотном диапазоне, можно ожидать, что для текущих значений шума на интересующих нас частотах ИНС будет способна идентифицировать являются они удовлетворительными или нет. Правильность идентификации повышенного уровня шума показана на рис. 4, из которого видно, что для тестируемых данных (20 значений) факт превышения допустимого уровня ЭМП был определен

правильно в 18 случаях (точки +), а ошибочно — только для двух тестовых значений (точки •). Следует также отметить, что неправильная идентификация уровня ЭМП была осуществлена для значений ЭМП, находящихся в непосредственной близости к порогу допустимости, где и моделируемые значения шума не всегда оказывались по ту же сторону порогового значения, что и экспериментальные данные. Таким образом, можно утверждать, что интеллектуальный датчик на основе ИНС способен с достаточно высокой точностью определить превышение допустимого уровня ЭМП в заданном частотном диапазоне [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Барнс** Дж. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. / Дж. Барнс. М.: Мир, 1990. 238 с.
- 2. **Ульямс Т.** ЭМС для разработчиков продукции / Т. Ульямс; пер. с англ. М.: Издательский дом "Технологии", 2004. 540 с.
- 3. **Леоненков А. В.** Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БВХ Петербург, 2005. 736 с.
- Петровский С. В. Математическое моделирование процессов дугообразования в системе зажигания автомобиля // Вестник СамГТУ Серия "Технические науки" № 2 (24) Самара. СамГТУ 2009.
- 5. **Петровский С. В., Николаев П. А.** Электромагнитная совместимость автомобильного генератора напряжения // Известия Высших учебных заведений. Электромеханика. № 5 Новочеркасск. ЮРГПУ 2014.
- 6. Петровский С. В., Николаев П. А. Моделирование электромагнитных помех при работе системы зажигания автомобиля // Научные труды V международной молодежной научно-технической конференции "Электроэнергетика глазами молодежи" Том 1. Томск. ТПУ, 2014. С. 355—359.
- Петровский С. В. Интеллектуально-измерительная система для идентификации и классификации радиопомех от системы зажигания автомобиля // Сборник трудов пятой международной научно-практической конференции "Измерения в современном мире 2015". Санкт-Петербург. СПГПУ, 2015. С. 89—99.
- 8. **Petrovski S., Bouchet F., Petrovski A.** Data-driven Modelling of Electromagnetic Interferences in Motor Vehicles. // IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA 2013) Albena, Bulgaria 2013. ISBN: 978-1-4799-0659-8. DOI: 10.1109/INISTA.2013.6577658. pp. 1—7.
- Petrovski S., Rattadilok P., Petrovski A. Anomaly Monitoring Framework Based on Intelligent Data Analysis. // In the Proceedings of the 14th International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning (IDEAL 2013), October 2013, Hefei, China. Springer Global, Lecture Notes in Computer Science, volume 8206, pp. 134—141. ISBN 978-3-642-41277-6. DOI: 10.1007/978-3-642-41278-3 17.
- 3-642-41278-3_17.

 10. **Petrovski A., Rattadilok P., Petrovski S.,** Designing a context-aware cyber physical system for detecting security threats in motor vehicles //SIN'15 Proceedings of the 8th International Conference on Security of Information and Networks, Sochi, Russia. 2015. pp. 267—270. ISBN 978-1-4503-3453-2. DOI: 10.1145/2799979.2800029.

УДК 629.113

- **А. Ф. Смык,** д-р физ.-мат. наук, e-mail: afsmyk@mail.ru,
- Л. В. Спиридонова, канд. техн. наук, доцент, e-mail: lvspiridonova@yandex.ru,
- **А. А. Спиридонов**, инженер, МАДИ ГТУ, e-mail: a@spiridonov.me

ИМПЕРАТОРСКОЕ РУССКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО И РАЗВИТИЕ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ В РОССИИ

Рассмотрена деятельность Императорского Русского Технического Общества в период с 1866 по 1910 гг., относящаяся к развитию отечественного двигателестроения. Показано, что в области изобретений различных конструкций двигателей внутреннего сгорания отечественные инженеры занимали лидирующее положение в мире.

Ключевые слова: Императорское Русское Техническое Общество, двигатель внутреннего сгорания, Съезд деятелей, занимающихся построением и применением двигателей внутреннего сгорания.

The activity of the Imperial Russian Technical Society in the period from 1866 to 1910, related to the development of domestic engine building is considered. It is shown that in the field of inventions of internal combustion engines various designs Russian engineers took the leading position in the world.

Keywords: Imperial Russian Technical Society, internal combustion engines, Congress of engineers involved in the construction and use of internal combustion engines.

Введение

Двигателестроение — основа многих отраслей промышленности, различных видов транспорта — автомобильного, водного, воздушного. В целом уровень развития этой области техники характеризует индустриальную мощь и обороноспособность государства. Российские традиции научной школы двигателестроения были заложены еще в конце девятнадцатого века, задолго до широкой автомобилизации страны и до создания авиационно-воздушной отрасли.

На первом этапе, который можно назвать предысторией создания двигателестроения, огромное значение имели изобретения и единичные экземпляры автономных энергетических установок, способных преобразовывать тепловую энергию в механическую и обеспечивать механическое движение. На этом этапе в развитие двигателестроения в нашей стране внесла весомый вклад деятельность Русского Технического Общества (РТО), которое представляло собой первое и крупнейшее научно-техническое общество в ряду организаций ученых и инженеров.

Цель статьи — рассмотреть деятельность РТО в период с 1866 по 1910 гг., относящуюся к развитию двигателестроения в России.

Русское Техническое Общество — первая крупная организация инженеров и техников

Научно-технические общества возникли в России во второй половине XIX века, в период буржуазных реформ, подъема промышленности и технической мысли. Ранее в России существовали объединения ученых естественнонаучного и гуманитарного направлений. Это были Императорское Вольное экономическое общество (1765 г.), занимавшееся вопросами экономики и технологии сельскохозяйственного производства, Московское общество испытателей природы (1805 г.), Русское Географическое общество (1845 г.), Русское Энтомологическое общество (1859 г.), Императорское Русское общество акклиматизации животных и растений (1864 г.).

Русское Техническое Общество (РТО) — первое и ведущее научно-техническое общество — образовано в 1866 г. по инициативе 11 лиц, признаваемых его учредителями. Это профессор Лесного института в Петербурге Е. Н. Андреев, ставший первым его секретарем, инженер-строитель М. Н. Герсеванов, архитектор П. П. Мижуев, кораблестроитель М. М. Окунев, член корпуса горных инженеров, П. Н. Алексеев, промышленник И. П. Балабин, артиллерист В. Н. Бестужев-Рюмин, офицер флота

Н. И. Казнаков, фотограф А. В. Фрибес, инженер А. А. Корнилов. Они образовали инициативный комитет, которым в 1864 г. был подготовлен и подан на рассмотрение в правительственные органы проект устава, согласованный с министрами финансов и внутренних дел, 12 апреля 1866 г. рассмотренный комитетом министров, а 22 апреля 1866 г. получивший "высочайшее соизволение" царя.

Первое общее собрание РТО состоялось 24 мая 1866 г. Ко времени проведения данного собрания в обществе уже состояло 322 человека. Организационные собрания общества проходили также 27 мая и 9 ноября 1866 г. Официальное торжественное открытие Русского Технического Общества состоялось 20 ноября 1866 г. [1].

Почетным председателем Общества был избран член Русского Императорского Дома (с титулом "Его Императорское Высочество") князь Николай Максимилианович, герцог Лейхтенбергский, который в своей речи сказал: "Учреждение Русского Технического Общества исполняет важный пробел в усиливающейся промышленной деятельности России. Вспомним добром тех, от кого мы брали науку и руководство для технического образования и технической промышленности, но не все же быть учениками, не все же, действуя разрозненно и без доверия к самим себе, ожидать указаний отвне, или от забот правительства. В настоящее благословляемое Богом царствование русской мысли и русскому делу дан обширный простор и Россия, богатая средствами на необъятном пространстве своем, ждет у себя и своих людей мысли и дела, чтобы явить богатства свои и стать в уровень с государствами, опередившими ее на поприще как теоретических, так и практических знаний" [2].

Целью РТО было распространение теоретических и практических сведений о достижениях техники и производства путем издательской, лекционной деятельности, организации выставок и конкурсов, учреждения технических библиотек, музеев. В Уставе РТО было записано: "содействовать развитию техники и технической промышленности в России и распространение знаний о ней". Организационно РТО состояло из Отделов (всего девять по отраслям знаний; второй Отдел назывался "Механики и механической технологии") и отделений (по губерниям и крупным городам). Признанием успешной деятельности РТО стал указ о том, что "Государь Император Всемилостивейше соизволил даровать Русскому Техническому Обществу наименование "Императорское" и принял над ним шефство" (1874 г.). Большая заслуга ИРТО была в становлении высшего технического образования в России [3].

Общество состояло из действительных членов, почетных членов, членов-соревнователей и членов-корреспондентов. Руководство обществом осуществлял совет, который организовывал различные собрания и совещания, комиссии по отдельным техническим вопросам, выставки, лекции, присуждал премии, собирал взносы.

С 1867 г. Общество начало издавать записки о своих трудах. С 15 мая 1868 г. в РТО учреждена особая Постоянная комиссия по техническому образованию, которая с 1884 г. печатает свои труды под наименованием сначала "Труды комиссии", а затем "Техническое образование". Общество издавало отраслевые периодические журналы.

По социальному составу в РТО численно преобладала техническая интеллигенция (инженеры и техники разных специальностей — свыше 60 %), сравнительно меньшее число составляли служащие государственного аппарата и аппарата управления капиталистическим хозяйством (10 %), крупные военные (9 %) и гражданские чиновники (4,5 %), промышленники (8,1 %), одиночные представители рабочих профессий являлись в основном лицами иностранного происхождения.

Согласно утвержденному уставу основными формами деятельности РТО являлись: научно-техническая работа в отделах и комиссиях, на заседаниях которых заслушивались доклады по актуальнейшим вопросам техники и промышленности, обсуждались научные труды членов общества, разбирались изобретения, присланные на отзыв, оказывалась консультационная помощь промышленникам; издание технических журналов, различного рода технических справочников, монографий; проведение Всероссийских выставок и съездов; устройство публичных лекций с целью популяризации технических изданий.

Во главе РТО стояли председатель, товарищ председателя и секретарь, избиравшиеся из числа действительных членов через каждые три года. На пост председателя обычно избирался не научный деятель, а лицо, занимавшее высокое положение в свете и имевшее доступ в высшие правительственные сферы. Так, председателями РТО были — А. И. Дельвиг (1866—1872 гг.), П. А. Кочубей (1872—1892 гг.), М. И. Кази (1894—1904 гг.), В. И. Ковалевский (1906—1916 гг.).

Среди действительных членов в разные периоды его деятельности состояли выдающиеся представители разных социальных слоев России:

• прежде всего, русские ученые и инженеры, высоко поднявшие авторитет русской науки; среди них

- И. П. Алимов, Н. А. Бенелюбский, А. Н. Крылов, П. Д. Кузьминский, Д. И. Менделеев, Д. К. Чернов, Г. Ф. Депп, М. А. Рыкачев, А. С. Попов, М. О. Доливо-Добровольский, М. А. Шателен, Д. А. Лачинов, Г. О. Графтио, Н. Н. Бенардос, Н. Е. Жуковский, П. Н. Яблочков и многие другие;
- крупнейшие русские промышленники: Л. Э. Нобель, С. И. Мальцев, Н. И. Путилов, Д. П. Шипов и др.;
- виднейшие ученые и инженеры зарубежных стран: Л. Блерио, Я. Ачессон, П. Дековиль, Х. Генри, В. Контамен (среди почетных членов Т. А. Эдиссон, Л. Г. Эйфель и др.);
- представители высших слоев бюрократического аппарата: И. А. Вышнеградский, А. И. Дельвиг, В. И. Ковалевский, Ф. П. Литке, К. П. Посьет и др.

РТО имело членов-корреспондентов в Лондоне, Париже, Берлине, Вене, Чикаго, Нью-Йорке, Брюсселе, Амстердаме и в других городах Европы и Америки. Среди членов-соревнователей встречались имена известных русских предпринимателей: фабриканта П. И. Губонина, железнодорожного деятеля С. С. Полякова, купца А. Н. Неустроева и др. К началу 1917 г. в ИРТО было уже свыше 10 тыс. членов, более 40 территориальных отделений, 16 отраслевых отделов. При ИРТО функционировали ремесленные училища и специальные школы с техническим уклоном.

Деятельность Русского Технического Общества по развитию ДВС

РТО являлось самым крупным не только в России, но и в Европе собранием специалистов по всем отраслям техники, известных ученых; в работе конференций и собраний принимали участие также крупнейшие представители промышленного капитала. Для всех, входивших в состав РТО, было понятно, что прогрессивное развитие России возможно только при создании мощной отечественной промышленности. Как известно, уровень производства машин является ярким показателем индустриального развития страны, а Россия в конце 1860-х гг. основную часть машиностроения удовлетворяла за счет импорта. Русское машиностроение отставало не только от передовых капиталистических стран, но и от других отраслей промышленности внутри страны. Специалистами РТО организовывались совещания, где обосновывалась важность развития машиностроения в России, предлагались меры по защите интересов отечественных производителей.

Иностранный капитал, экспортируя свои машины в Россию, подавлял русскую промышленность не столько качеством, сколько дешевизной своих изделий, которая достигалась широко развитой специализацией производства. Предпочтение всего заграничного служило тормозом к замене на российских заводах импортных машин даже тогда, когда русские изделия по цене и качеству стали равны иностранным. В результате непрекращающейся деятельности РТО в поддержку отечественного машиностроения правительство встало на путь протекционизма и в 1891 г. был введен тариф, когда размер пошлин на импортные изделия составлял 33 % стоимости товара.

В результате принятых правительством мер и ряда других условий к началу XX века в России вырос спрос на промышленные и сельскохозяйственные машины. На первый план выдвинулись вопросы увеличения мощности, замены паровых двигателей на более совершенные двигатели внутреннего сгорания. На заседаниях РТО ставились доклады о новых конструкциях дизель-моторов, о реверсивных ДВС, о применении их в городском и железнодорожном транспорте, на морских и речных судах, об автомобилестроении. Стараниями ИРТО были организованы: съезд машиностроителей (1875 г.), съезды деятелей по техническому и профессиональному образованию (1889, 1896, 1904 гг.) [4].

Большая научно-исследовательская работа велась в ИРТО по применению бензиновых и керосиновых двигателей для самолетов и автомобилей. В 1907 г. в Петербурге была устроена первая международная выставка автомобилей, на которой были представлены экспонаты крупнейших фирм мира, демонстрировалось описание двигателей автомобилей, их схемы и чертежи. В 1909 г. в РТО была создана постоянная автомобильно-авиационная комиссия под председательством профессора Н. С. Лаврова. Чуть позже в 1912 г. при Московском отделении РТО был открыт автомобильный отдел. На заседаниях делались доклады о первом в России бензиновом легком двигателе И. С. Костовича, который предназначался изобретателем для строившегося дирижабля "Россия", первого в мире жесткого дирижабля, а также о двигателях других русских изобретателей — бензиновой турбине, комбинированной с поршневым двигателем А. А. Евневича; двигателе оригинальной системы К. Е. Черепанова, би-ротативном двигателе А. Г. Уфимцева. С докладом на заседании РТО 31 октября 1913 г. выступил русский изобретатель Б. Г. Луцкой, получивший высшее техническое образование в Германии и там спроектировавший ори-

гинальные стационарные газовые, керосиновые и бензиновые ДВС [5]. Он известен как конструктор автомобилей, трициклов и самолетов. В статье, опубликованной в 1913 г. в журнале "Мотор", о Луцком написано: "Еще будучи студентом Мюнхенского политехникума ... сконструировал в 1885 г. первый газовый двигатель с вертикальным цилиндром" [6].

До начала первой мировой войны русская дизелестроительная промышленность занимала ведущее положение. На первом месте в мире были и достижения русских инженеров в области теории ДВС. Поэтому совершенно естественно, что именно в России с 6 по 15 мая 1910 г. в Санкт-Петербурге состоялся Съезд деятелей, занимающихся построением и применением двигателей внутреннего сгорания.

Съезд был организован Русским техническим обществом и носил международный характер, так как его участниками были многие видные зарубежные специалисты в области ДВС, в том числе Р. Дизель.

В работе съезда принимали участие около 200 человек. Это были виднейшие русские специалисты, такие как профессора Н. А. Быков, В. И. Гриневецкий, Г. Ф. Депп, Н. Р. Бриллинг, Д. С. Зернов, В. П. Аршаулов и др., представители всех русских

заводов, строивших двигатели, и многих организаций, связанных с эксплуатацией двигателей. Из числа иностранных специалистов съезда (девять человек) помимо Р. Дизеля следует отметить профессора Г. Юнкерса и инженера К. Винанда (завод "Отто Дойтц").

Работа съезда проходила в семи секциях: двигатели стационарные; применение ДВС для нужд сельского хозяйства, кустарной промышленности и домашнего обихода; двигатели, применяемые для передвижения по воде; двигатели для передвижения по различным дорогам; двигатели для воздухоплавания; турбины внутреннего сгорания; различные сорта горючего, потребляемого ДВС.

По ряду технических причин Русское техническое общество имело очень мало времени (три недели) для организации съезда. Тем не менее съезд прошел успешно, и его результаты имели большое значение для дальнейшего развития двигателестроения в России. Труды съезда были изданы типографским путем, но очень малым тиражом (немногим более 100 экз.). Эти труды содержали полные тексты докладов и стенограммы всех вопросов и выступлений.

Выдержки из трудов съезда [7].

Распредъленіе занятій Съъзда дъятелей, занимающихся построеніемъ и примъненіемъ двигателей внутренняго сгоранія.

Четвергъ, 6-го мая 1910 года, въ 2 часа дня,

открытіе Съёзда Дёятелей, занимающихся построеніемъ и примѣненіемъ двигателей внутренняго сгоранія, въ помѣщ. Импер. Русск. Техн. Общ. (Пантелеймонская, 2).

- 1) Избраніе Предсъдателя Съъзда.
- 2) Рачь Товарища Предсадателя Императорского Русского Технич. Общ. Л. И. Лутугина.
- 3) Сообщеніе Товарища Предсёдателя Бюро Съёзда Н. С. Лаврова: "О значеніи Съёзда".
- 4) Сообщеніе Секретаря Бюро Съвзда В. В. Средницкаго: "Объ организаціи Съвзда".
- 5) По просьбъ Бюро Съъзда, проф. Н. Г. Егоровъ предполагаеть сдълать краткое сообщеніе: "О значеніи физическихъ изслъдованій для дальнъйшаго развитія двигателей внутренняго сгоранія".
 - 6) Чтеніе прив'єтствій и телеграммъ. Въ 8 час. вечера детальный осмотръ Выставки.

Пятница 7-го мая 1910 года.

№No	Часы.	Фамилія, имя и отчество докладчика.	названіе доклада.	Примъчаніе.
1	2 ч. дня.	Осмотръ завода О-ва Л	есснеръ (Сампсоніевская набер., 3).	Сборъ членовъ въ конторѣ за- вода.
2	81/2 ч. веч.	Косицкій, АлександръИва- новичь.	Сравненіе работы различныхъ двигате- лей внутренняго сгоранія, паровыхъ, электрическихъ, водяныхъ и пр.	Помъщеніе И.Р. Т. О. Общее Собраніе.

№№	Часы.	Фамилія, имя и отчество докладчика.	названіе доклада.	Примъчаніе.			
		Суббот	а 8-го мая 1910 года.	^			
1	3 ч. дня.	Осмотръ завода Людвига Н	обеля (Сампсоніевская набер., 13—15.	Сборъ членовъ въ конторѣ за- вода.			
2	81/2 ч. веч.	Лавровъ, Николай Семе- новичъ.	Какъ удешевить горючее для тепловыхъ двигателей.	Помѣщеніе И. Р. Т. О. Общее Собраніє			
		Воскресе	нье 9-го мая 1910-года.				
	4						
1	3 ч. дня.	Лебедевъ, Алексѣй Александровичъ.	Лабораторія тепловыхъ двигателей СПБ. Политехническаго Института.	Помѣщеніе			
2	81/2 ч. веч.	Филипновъ, Дмитрій Дмитріевичъ.	Возникновеніе, развитіе и ближайшія задачи примѣненія двигателей внутр. сгор. для торговаго и военнаго флота.	И. Р. Т. О. Общее Собраніс			
1	es er ut	Понедѣльн	никъ 10 го мая 1910 года.	£			
			Si I				
1	10 ¹ ′ ₂ ч. утра.	Осмотръ Политехническаго дорога въ Сосновку, 1-	Сборъ въ канц пяріи Институт				
2	$8^{1}/_{2}$ ч. веч.	Тринклеръ, Густавъ Васильевичъ.	 Проблема Дизеля и различныя по- пытки ее разръшить. Сравненіе условій работы на русск. и загран. зав.: а) недостатки патент- наго дълопроизводства; б) неумъніе пользоваться услугами стенографовъ. 	Помъщевіе И. Р. Т. С. Общее Собрані			
		Вторни	ивъ 11-го мая 1910 года.				
1	10 ч. утра.	Осмотръ завода 1-го Росс (Пет. ст., Корпусная, 3)	гійскаго Товарищества Воздухоплаванія	Сборъ въ кон торћ завода.			
2	З ч. дня.	Демчинскій, Владиміръ Николаевичъ.	Насосъ впутренняго сгоранія и другія примъненія новаго принципа Нитрhrey.				
8	81/2 ч. веч.	Проф. Юнкерсъ изъ Аа- хена.	Изследованіе проф. Юнкерса въ области двиг. внутр. сгоранія (на немеци. языке).	Помѣщеніе СП Политехн. О- Демидовъ пер.,			
		Среда	12-го мая 1910 года.				
1	10 ч. утра.		ганціи Спб. Общества Электрическихъ еліосъ" (Новгородская, 14).	Сборъ на станці			
2	3 ч. дня.	Проф. Саткевичъ, Але- ксандръ Александровичъ.	Новая дівграмма работь и примѣненіе ея къ двигателямъ внутр. сгоранія.	Помѣщевіе			
3	81/2 ч. веч.	Проф. Юнкерсъ изъ Аа- хена.	Нефтяные двигатели большой мощно- сти съ двумя поршнями въ одномъ цилиндръ (на пъмецкомъ языкъ).	У. Р. Т. О. Общее Собран			

№№	Часы.	Фамилія, имя и отчество докладчика.	названіе доклада.	Примѣчаніе.
		Четвер	отъ 13 мая 1910 года.	
1	101,2 ч.утра.	Ковровъ, Константинъ Па- вловичъ.	О работь двигателей на главной стан- цін СПБ, водопроводовъ.	Помѣщеніе И. Р. Т. О. Общее Собраніе
2	2 ч. дня.	Осмотръ Спб. городской вод	допроводной станціи (Шпалерная, 56).	Сборъ въ конторь водопров. станціи.
3	81/2 ч. веч.	Зейлигеръ, Миронъ Па- вловичъ.	Термодинампческія изслёдованія быстро- ходныхъ двигателей Дизеля.	Помфщеніе
4	91/2 ч. веч.	Яковлевъ, Дмитрій Ва- сильевичъ.	Примъненіе торфяного газа въ большихъ двигателяхъ и экономическое его значеніе.	И. Р. Т. О. Общее Собраніе
		Пятнип	ца 14-го мая 1910 года.	
1	Осмотръ 1 въ 1	Воздухоплавательнаго парка, с 1 ч. утра.	съ повздомъ по Царскосельской жел дор.	
2	3 ч. дня.	Алелековъ, Николай Але- ксандровичъ.	Бензино - электрическіе моторы, кон- струкція и результаты эксплоатаціи.	1.
3	4 ч. дня.	Ширманъ, Іосифъ Влади- міровичъ.	Способы улучшенія условій работы двиг. внутр. сгор. при передвиженіи вагоновъ.	Помѣщеніе И. Р. Т. О. Общее Собраніе
4	81/2 ч. неч.	Дизель, Рудольфъ, Док- торъ-Инженеръ.	О развитін двигателей Дизеля.	J
		Суббота	15-го мая 1910 года.	
				1
1	10 ¹ / ₂ ч. утра.	Арцыбашевъ, Дмитрій Дмитріевичъ.	Примъненіе двигателей внутр. сгоранія въ сельском хозяйствъ.	Помъщеніе
2	11 ¹ / ₂ ч. утра.	Барановскій, Андрей Андреевичь.	Результаты февральскаго испытанія дви- гателей внутр. сгор., организованнаго въ Вюро по Сельско-хозяйств. мех.	И. Р. Т. О. утреннее Обще Собраніе.
3	3 ч. дня.	Винандъ, Карлъ Петровичъ.	1) Объ уравновышенін массъ при двига- теляхъ внутр. сгор. Двойной двига- тель Отто-Дейтцъ, — новый газовый	
* 7.	. *		двигатель большой мощности. 2) Дополненіе къ спецификаціи русскаго жидкаго топлива.	Помѣщеніе И. Р. Т. О. дневное Обще
			 Основныя положенія для выбора дви- гателя внутр. сгоранія. 	Собраніе.
4	4 ч. дня.	Проф. Шиманъ, Н. В.	Реверсивный механизмъ для двигателей внутр. сгоранія системы Шимана.	
5	Ровно 8 ч. веч.	Панкинъ, Александръ Ва- сильевичъ.	Обзоръ стаціонарныхъ, локомоб. и др. двигателей на Международной Выставкъ двиг. внутр. сгор. въ СПетербургъ 1910 г.) Помѣщеніе
6	9 час. веч.	Лебедевъ, Алексъй Але- ксандровичъ.	Обзоръ судовыхъ двигателей на той же Выставкъ.	И. Р. Т. О.
7		Члены Комиссіи.	Докладъ резолюцій, выработанныхъ въ комиссіяхъ и баллотировка ихъ.	Заключительное
8		Секретарь Съёзда.	Обзоръ дъятельности Съъзда.	Общее Собраніе
9		Предсъдатель Бюро Съъзда.	Заключительное слово.	
		Закры	тіе Съвзда.	

На съезде были заслушаны выступления 21 докладчика и проведен осмотр восьми заводов, лабораторий и технических сооружений.

По окончании работы съезда было принято решение организовать техническое обследование применяемых в России различных видов двигателей внутреннего сгорания. Также съезд принял решение о разработке нормальных технических условий на поставку, установку и испытание ДВС, о применении их в сельском хозяйстве, железнодорожном транспорте, автомобилестроении.

Во II отделе РТО в конце 1909 г. возник вопрос о проведении в 1910 г. первой в России Международной выставки двигателей внутреннего сгорания. Необходимость и важность этой выставки признавалась всеми членами Отдела, но вопрос, когда именно устроить выставку — весной или осенью — разделил членов на две группы: одни указывали на то, что промышленный мир едва ли успеет мобилизоваться в такой короткий срок, и предлагали отложить выставку до осени; другие, учитывая то обстоятельство, что вопрос слишком назрел и медлить с ним нельзя, настаивали на открытии выставки весной. Последнее мнение одержало верх, и успех выставки подтвердил его правильность.

10 декабря 1909 г. был избран Распорядительный Комитет в следующем составе: председатель — профессор Г. Ф. Депп, товарищи председателя — Н. С. Лавров и И. М. Холмогоров, секретарь — В. П. Свечин; члены: С. О. Балдин, В. Д. Батюшков, И. А. Губин, Л. С. Ивановский, Л. С. Идельсон, А. Э. Мейснер, А. В. Панкин и П. Е. Старицкий. Комитет выделил из своей среды комиссариат в составе: Генерального Комиссара И. А. Губина и товарищей его Л. С. Идельсона и В. П. Свечина.

В марте уже окончательно выяснился полный материальный успех выставки, так что пришлось даже увеличить предполагавшуюся раньше ее площадь; помещение ИРТО оказалось настолько непригодным, что установка более или менее крупных машин потребовала огромной затраты времени, труда и средств, несмотря ни на краткость времени ни на трудность установки машин. 24 апреля открылась первая в России Международная выставка двигателей внутреннего сгорания.

Интерес был огромен прежде всего со стороны потребителей. Выставку в С.-Петербурге посетили 16 тыс. человек. На ней была создана экспертная комиссия, которая проводила испытания и давала сравнительную оценку различных ДВС. В ее состав входили известные специалисты-теплотехники, среди них были профессора Санкт-Петербургского технологического института Г. Ф. Депп и Н. А. Быков.

В трудах экспертной комиссии отмечалось: "Выставка явилась первым опытом массового испытания однородных двигателей, так как все испытания произведены одними и теми же лицами и приборами, одними и теми же методами и приблизительно в одинаковых условиях, есть основания считать, что неизбежные при всяких испытаниях погрешности были одинаковыми для всех испытанных двигателей" [8].

На выставке свои ДВС представили девять стран (табл. 1).

По своему назначению и мощности ДВС делились на шесть видов (табл. 2).

В свою очередь двигатели, приведенные в табл. 2, подразделялись на восемь подвидов (табл. 3).

В этом же 1910 г. с 1 июля по 25 сентября в Екатеринославе проходила Южно-Русская областная промышленная, сельскохозяйственная и кустарная выставка. Почетным попечителем выставки стал П. А. Столыпин. Главным содержанием выставки стали достижения в сельском хозяйстве, сельхозмашиностроении, других отраслях промышленности и кустарных промыслах. Особый интерес у посетителей вызвали сельскохозяйственные машины, представленные в большом количестве, произведенные в основном российскими заводами (из Одессы, Елисаветграда, Николаева, Харькова, Сормово, Коломны, Прибалтики и т.д.). Здесь же экспонировалась и зарубежная техника. Возможности многих новых машин демонстрировались непосредственно в деле, на близлежащих, отведенных для этого полях (самосбрасывающая жатка, паровые плуги, сеялки и др.). В альбоме, посвященном описываемой выставке, говорится: "Отметим особо еще акционерные общества Коломенского завода и мальцовских заводов,

Таблица 1

происхожденіе двигателей.										Общее	%	Общая нощность ЕНР.	°/ ₀	Средняя нощность ВНР.	
Россія		•		•	•	•	•	•	•	17	19,31	724	37,10	42,55	
IIIвеція.		•						٠.		32	36,38	496	25,43	15,50	
Германія										6	6,82	271	13,94	45,20	
Англія .										12	13,63	171	8,77	14,25	
Америка .										12	13,63	144	7,39	12,00	
Италія .										2	2,27	50	2,56	25,00	
Франція.										1	1,14	50	2,56	50,00	
Фиплянді	1									5	5,68	26	1,33	8,67	
Голландія	ſ	•	•		•	•			•	1	1,14	18	0,92	18,00	
	И	[1	r o	r	ο.					88	100,00	1950	100,00	22,70	

Таблица 2

назначеніе двигателей.	Общев	°/ ₀	Общая мощность ЕНР.	%	Средияя мощность ЕНР.	
Мелкіе до 10 ЕНР	24	27,28	105	5,89	4,38	
Промышленные свыше 10 ЕНР.	29	32,94	838	42,98	28,90	
Судовые ¹)	24	27,28	812	41,63	33,41	
Сельско-хозяйств. локомобили	6	6,82	59	3,02	9,84	
Автомобельные	2	2,27	36	1,85	18,00	
Авівціонные	3	3,41	100	5,13	33,33	
Итого	88	100,00	1950	100,00	22,70	

Таблица 3

назначеніе	Дву- такти.		Четы- рех- тактн.		Гори- зон- тальн.		Вертя- кальн,		Нефтя- ные.		Кероси- новые.		Бензи- новые,		Газо- вые.		Γ 0.
двигателей.	Число.	%	Число.	%	Число.	%	Taczo.	%	Число.	%	Чясло.	%	quero.	%	чвсто.	%	60
Мелкіе	12	50	12	50	8	33	16	67	12	50	11	46	1	4	-	_	24
Промышленные.	14	48	15	52	2 8	79	6	21	19	66	3	10	-	-	7	24	29
Судовые 2)	6	25	18	75	1	4	23	96	11	46	8	33	3	12	-	-	24
Схозяйственн.	6 1	100	-	-	6	100	-	-	6	100	-	-	-	-	-	-	6
Автомобильные.	- -	-	2	100		-	2	100	-	-	-	-	2	100	-	-	2
Авіаціонные	-	-	3	100	-	-	3	100	-	-	-	-	3	100	-	-	3
Bcero	38	43	50	57	38	43	50	57	48	55	22	25	9	10	7	8	88

показавшие в своих собственных павильонах, что русское сельскохозяйственное машиностроение ничем не уступает заграничному производству".

Почти все машины были большую часть дня в движении, и всякий наглядно мог видеть, какая удивительная работа производится остроумными системами, совершенно заменяющими человеческие руки. Особенное впечатление производили колоссальные самоходы-локомобили, тянувшие за собой многолемешные плуги.

Все это — прямое свидетельство того, что подъем в сельском хозяйстве, вызванный Столыпинской реформой, создал усиленный спрос на новые высокопроизводительные машины, стимулируя развитие отечественного машиностроения. Мы видим также, что власть как центральная, так и местная (земства), энергично способствовала широкому распространению в крестьянской массе знаний и передового опыта. Кроме того, становится ясным, что Россия к началу первой мировой войны не была такой уж отсталой в техническом оснащении страной, коль скоро про-

изводила машины, не уступающие мировым аналогам. Это подтверждала не только представленная на выставке сельскохозяйственная техника, но и промышленное оборудование (дизельные моторы, нефтяные двигатели, динамомашины, газовые двигатели, паровозы, вагоны и т.д.).

Выставка стала настоящей школой также для специалистов и предпринимателей, представлявших самые различные отрасли. Здесь не только можно было увидеть достижения науки и практики, но и принять участие в дискуссиях по интересующим вопросам.

На выставке Россия представила 15 ДВС, Германия — 11, Америка — 8, Швеция — 7, Англия — 2. Из них было представлено по роду топлива: нефтяных — 21, керосиновых — 11, газогенераторных — 4, бензиновых — 2 двигателя, а по назначению было представлено промышленно-стационарных — 35, сельскохозяйственных локомотивов — 6, сельскохозяйственных самоходов — 1, локомотивов — 1 [9]. Награду на выставке ДВС получили русские заводы: Коломенский машиностроительный за организацию производства ДВС в применении к судовым целям, Общество механических заводов "Бр. Бромлей", Сормовский завод.

Заключение

Изучение истории отечественного двигателестроения говорит о том, что в конце XIX — начале XX вв. в области изобретений различных конструкций двигателей внутреннего сгорания отечественные инженеры занимали передовые

позиции. Среди них выделяются своими разработками И. С. Костович, Я. В. Мамин, Е. А. Яковлев, Е. Э. Бромлей, Б. Г. Луцкой (русский подданный, создававший новые двигатели в Германии) [10]. В нескольких газетных публикациях, освещавших работу Всероссийской промышленной выставки в Нижнем Новгороде, проходившей в 1896 г., М. Горький писал: "Двигателей газовых, керосиновых гидравлических и других на выставке 1882 года не было. Первоначальные попытки строить таковые были сделаны в 1888—1890 гг. Первый двигатель в России был построен инженером-механиком Е. Э. Бромлеем... В данное время двигатели работают в массах: Бромлей и Липгарт в Москве. Локомомибили строят: Липгарт, Бромлей, Нобель в Петербурге, Рихард Поле в Варшаве, и, несмотря на конкуренцию Запада, дело сильно развивается..., прогресс в сфере русского машиностроения есть"[11].

На Нижегородской ярмарке в 1896 г. был представлен первый в России серийный автомобиль Фрезе и Яковлева.

Деятельность Императорского Русского Технического Общества способствовала развитию промышленного производства ДВС в России, а также научных основ ДВС. В работе Первого съезда деятелей, занимающихся построением и применением двигателей внутреннего сгорания, который также был организован в 1910 г. по инициативе ИРТО, принимали участие представители заводов-производителей ДВС и ведущие российские теплотехники, профессора высших учебных заведений, чьи научные труды в области теории ДВС были признаны во всем мире. Российские ДВС были востребованы во многих областях — авиастроении, военно-морском флоте, в автомобилестроении. Состоявшиеся в 1910 г. первая в России Международная выставка ДВС, которая прошла в Санкт-Петербурге и Южно-Русская областная промышленная, сельскохозяйственная и кустарная выставка в Екатеринославле показали высокий уровень промышленного производства ДВС в России. Наравне с европейскими странами — Германией, Швецией, Англией, а также США, Россия представила ДВС различного назначения — от промышленных стационарных до мелких сельскохозяйственных, автомобильных и авиационных, работающих на разных видах топлива — на нефтяном, керосине, бензине, а также газогенераторные двигатели.

Изучение отечественного двигателестроения говорит о том, что в области изобретений различных конструкций двигателей внутреннего сгорания отечественные инженеры занимали лидирующее положение в мире.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Иванов Б. И.** 140 лет Русскому Техническому Обществу. Журнал "Эмитент. Существенные факты. События и действия", № 31, 2007. С. 11—24.
- 2. Морозова С. Г. История Московского отделения Императорского Русского Технического Общества // Традиции и связь времен. К 130-летию Московского отделения Императорского Русского Технического Общества М.: Изд-во МИЭТ, 2006. С. 5.
- 3. **Приходько В. М., Смык А. Ф.** Становление высшего автомобильно-дорожного образования в России: монография / В. М. Приходько, А. Ф. Смык. М.: МАДИ, 2015. 164 с.
- 4. Дневник III съезда русских деятелей по техническому и профессиональному образованию. СПб., 1904.
- 5. **Loutzky B.** Auf Gasmotoren und Motorwagen System Loutzky // Der Motorwagen. 1899. Nr. 5. 79 s.
- 6. **Воробьев Б. Н.** Работы конструктора инж. Б. Г. Луц-кого // Мотор, 1913, № 1. С. 28—31.
- 7. Труды Съезда деятелей, занимающихся построением и применением двигателей внутреннего сгорания. СПб., 1910 178 с.
- 8. Труды Экспертной комиссии Международной выставки двигателей внутреннего сгорания, устроенной Императорским Русским Техническим Обществом в 1910 г., в С.-Петербурге/ Международная выставка двигателей внутреннего сгорания (1910; Санкт-Петербург); сост. Д. П. Титов; ред. Н. А. Быков. СПб., 1910 152 с.
- Хлыстов Ф. Л. Теоретическое исследование двигателей внутреннего сгорания / Ф. Л. Хлыстов. — СПб, 1913. — 368 с.
- 10. **Смык А. Ф., Спиридонова Л. В., Спиридонов А. А.** Из истории создания отечественных ДВС // История науки и техники, 2015, № 11. С. 24—34.
- Горький М. Машинный отдел // Нижегородский листок, 17 августа 1896, № 226.

MAN Lion's Intercity получил российский сертификат

Новый автобус MAN Lion's Intercity C R61, оснащенный "ЭРА-ГЛОНАСС", стал первым представителем класса больших автобусов в Таможенном Союзе, получившим одобрение типа транспортного средства по нормам 2016 г.

Lion's Intercity от MAN — первый автобус большого класса в Таможенном Союзе, успешно прошедший новую процедуру сертификации, вступившую в действие в 2016 г. Автобус прошел все необходимые локальные испытания, в том числе тест работоспособности, акустический тест и испытания на соответствие требованиям технического регламента Российской Федерации о безопасности колесных транспортных средств.

Lion's Intercity также имеет европейский сертификат соответствия стандарту безопасности ЕСЕ R66.02, который предусматривает прохождение ряда специальных испытаний, включающих тесты на опрокидывание и краш-тест. Сертификат ЕСЕ R66.02 вводится в ЕС с 2017 г., а в России действует для всех новых



транспортных средств с 2014 г. Этот стандарт регулирует эксплуатационную надежность автобусов и устанавливает норму результатов тестов на резкое опрокидывание. В новейший высокопрочный стальной каркас автобуса MAN Lion's Intercity встроены многочисленные силовые стойки, что помогает ему сохранять устойчивость и снижает деформацию кузова, принимая на себя энергию удара большой силы. Эти технические характеристики делают новый автобус семейства MAN одним из самых безопасных в своем классе.

На основании одобрения типа транспортного средства (ОТТС) автобус Lion's Intercity получил паспорт транспортного средства (ПТС) и уже нашел своего покупателя в России, автобус приобрела компания из Уральского федерального округа.

Пресс-служба ООО "МАН Трак энд Бас РУС"

ПРОФЕССИЯ

УДК 629. 113

А. А. Хазиев, канд. техн. наук, доцент, **И. С. Малин**, **А. А. Ласков**, студенты, МАДИ E-mail: madi-chim@mail.ru

В МАДИ ШКОЛЬНИКИ КРУТИЛИ ГАЙКИ, НАКАЧИВАЛИ ШИНЫ И ГОНЯЛИ НА СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

В статье описан проведенный в МАДИ для школьников конкурс "Юный автолюбитель". В ходе мероприятия были проведены мастер-классы. Конкурс включал теоретические и прикладные этапы.

Ключевые слова: конкурс, школьники, автомобиль, МАДИ, Центр технологической поддержки образования (ЦТПО).

In article the competition "Young Motorist" held in MADI for school students is described. During action master classes were held. Competition included theoretical and applied stages.

Keywords: competition, school students, car, MADI, Center of Technological Support of Education (CTSE).

Сейчас ведущие вузы страны ведут профориентационную деятельность и работу по подготовке будущих специалистов уже с ранних лет, активно приглашая школьников на "университетские субботы", форумы и конференции, проходящие в стенах институтов. Одним из таких мероприятий стал конкурс "Юный автолюбитель" в МАДИ. За последние годы он смог превратиться в знаковое событие, собирающее большое количество учащихся московских школ, увлеченных автомобилями и планирующих связать свое дальнейшее обучение именно с автомобильным транспортом.

Конкурс был проведен при поддержке Центра технологической поддержки образования МАДИ (ЦТПО МАДИ), факультета "Автомобильный транспорт" и кафедры "Эксплуатации автомобильного транспорта и автосервиса".

Первый этап конкурса представлял проверку теоретических знаний. Вопросы были специально подобраны так, чтобы только действительно увлеченные автомобилями школьники могли доказать свое право на дальнейшее участие.

Практические этапы конкурса проходили уже в контакте с реальной техникой в лаборатории технического обслуживания и ремонта автомобилей МАДИ. Школьникам необходимо было пройти семь контрольных точек: мототехника, тормозная система автомобиля, автомобильные эксплуатационные материалы, автоспорт, двигатели внутреннего сгорания, автомобильные шины и альтернативное топливо. Например, на стенде тормозных систем была представлена

ось реального автомобиля. На стенде автомобильных эксплуатационных материалов — различные виды топлива, в том числе авиационный бензин зеленого цвета с октановым числом 124 ед.! (рис. 1).

Его слили из топливного бака обычного автомобиля. Представляете как он летал?

Ребята научились правильно снимать показания с ареометра и по плотности нефтепродукта определять вид топлива. Впервые увидели и подержали в руках блоки системы нейтрализации отработавших газов современного автомобиля. Ведь эффективность и надежность работы нейтрализаторов, определяющих экологичность отработавших газов автомобиля, напрямую зависит от качества автомобильного топлива.



Рис. 1.

ПРОФЕССИЯ



Рис. 2.

Стенд автоспорта украшал единственный в России действующий гоночный болид чемпионата "Шелл эко-марафон", способный на 100 мл топлива проехать 27 км (рис. 2). А на стенде ДВС ребята могли осмотреть, потрогать и изучить современный двигатель.

На каждом из этапов преподаватель сначала проводил мастер-класс и доносил до ребят интересную и познавательную информацию о своем предмете. Просто, понятным языком и без специальной терминологии — именно так, чтобы школьникам стали понятны базовые основы той или иной темы. Естественно, обязательно на каждом этапе ребятам предлагалось все внимательно рассмотреть и потрогать. Иначе полноценно полученные знания усвоить не получится. Затем, как и положено — тестирование. За правильный ответ ребята получали по шайбе. Эти самые шайбы были важным элементом оценки результата — по их количеству после выполненных заданий отбирались учащиеся, проходящие на следующие этапы конкурса.



Рис. 3.

Третьим этапом конкурса стало соревнование на скоростное закручивание болтов с гайками (рис. 3). Школьники должны были подобрать соединение болтгайка, различая диаметр и шаг резьбы, а после, как можно быстрее, закругить их. Участники быстро справились с поставленной задачей, а судьям осталось только выбрать лучших, вышедших в полуфинал соревнований.

На этой стадии именно эта задача стала самой сложной для ребят — накачка шин огромных колес квадроцикла. Участники должны были за 2 мин вкрутить золотник и накачать колесо до максимально возможного давления. При накачке шин не все участники смогли правильно установить золотниковое устройство в камеру и добиться достойного результата.

Наконец, финал. Все участники и зрители собрались возле болида "Формула-Студент МАДИ", переделанного в симулятор гоночных игр. Вместо монитора — огромный экран, а вместо клавиатуры — реальный кокпит настоящей боевой гоночной машины (рис. 4). Все здесь как в реальном состязании: прогревочный круг, а потом зачетная попытка. Увереннее всего за рулем чувствовал себя пилот из школы № 185 Айдар Хакимов. Его время "прохождения" гоночного круга оказалось лучшим.



Рис. 4.

В итоге призовые места распределились следующим образом:

- 1. Айдар Хакимов (школа № 185);
- 2. Денис Шитов (лицей № 1550);
- 3. Илья Пашаев (школа № 1494).

Каждый из финалистов получил достойные призы от партнера конкурса компании "Motul". А все участники, а также родители и преподаватели — положительные эмоции, хорошее настроение и желание снова встретиться на этой площадке через год.

80 ЛЕТ ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ МВД РФ

3 июля 1936 г. Совет Народных Комиссаров СССР постановлением № 1182 утвердил Положение о Государственной автомобильной инспекции Главного управления рабоче-крестьянской милиции СССР

УДК 629.33.083.4-027.45 **Б. А. Крамаренко**, доцент, МАДИ E-mail: chizov nik@mail.ru

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В представленном материале рассматриваются пути развития и становления перевозок грузов и пассажиров, что послужило результатом важнейших событий в регламентации международного правового регулирования в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) при проведении контроля качества технического состояния (технического осмотра — ТО) транспортных средств (ТС).

Ключевые слова: транспортные средства, технический осмотр, безопасность дорожного движения, правовая регламентация, правила движения.

The ways of razvitiya and becomings of transportations of loads and passengers are examined in the presented material, that served rezultatom of major events in regulation of the international legal adjusting in the field of providing of safety of travelling motion (OBDD) during the lead through of control of quality of the technical state (tekhnicheskogo examination) transport vehicles (TS).

Keywords: transport vehicles, technical examination, bezopasnost of travelling motion, legal regulation, Rules of the road.

Чтобы предвидеть заранее все надвигающиеся на нас ошибки, правильно понять наше будущее — знать к чему движемся — мы должны четко представлять себе историю произошедших событий.



Одна из первых попыток упорядочить и регламентировать отношения в дорожном движении была сделана в Древнем Египте в IX веке до н. э., сохранившиеся свидетельства гласят, что "движение по улицам должно осуществляться упорядоченно, колесницы и повозки должны находиться в исправном состоянии и с использованием возможности для торможения".

На Руси первые свидетельства нормативного правового регулирования дорожного движения встречаются во времена правления Ивана III (XV век), когда были изданы Правила пользования почтовыми трактами.

В царствование Ивана и Петра Алексеевичей, одним из первых был Указ от 3 января 1683 г. Этот Указ упорядочивал передвижение конных экипажей и повозок, которые должны были быть конструктивно и технически безопасны.

В мае 1703 г., после основания Санкт-Петербурга и переезда столицы из Москвы, была учреждена полицмейстерская канцелярия, впоследствии Генералполицмейстерское управление, которое, в том числе, видимо ведало и вопросами безопасности дорожного движения.

В 1866 г. произошло, можно так сказать, "революционное событие" в процессе правовой регламентации взаимоотношений участников дорожного движения. Городские Думы сначала Санкт-Петербурга, а затем и Москвы ввели регулярный технический осмотр (ТО).

В 1895 г. по улицам Санкт-Петербурга проехал первый автомобиль с бензиновым двигателем, а уже 11 сентября 1896 г. Министерство путей сообщения России приняло постановление № 7453 "О порядке и условиях перевозки тяжестей и пассажиров по шоссе Ведомства путей сообщения в самодвижущихся экипажах" — эта дата начала действия первых Правил дорожного движения автомобилей.

Бурное развитие автомобильных перевозок грузов и пассажиров послужило результатом важнейшего события в регламентации международного правового регулирования — подписания в Париже в октябре 1909 г. Международной конвенции относительно передвижения автомобилей. Эта конвекция была ратифицирована в России в 1910 г. и вступила в законную силу с 1 мая 1910 г. на всей территории страны как обязательная к исполнению.

Согласно постановлению "О рабочей милиции" Народного комиссариата внутренних дел (НКВД) РСФСР от 10 ноября 1917 г. и целым рядом основных направлений по охране общественного порядка впервые решалась задача по обеспечению безопасности дорожного движения (ОБДД). 16 августа 1918 г. Совет Народных Комиссаров (Совнарком) РСФСР издал Декрет "Об учреждении научно-технического отдела при ВСНХ (впоследствии научная автомоторная лаборатория), а с 1921 г. — Научный автомоторный институт (НАМИ).

10 июля 1918 г. вышло постановление автомобильного совета Центральной автосекции ВСНХ "О пользовании автомобилями и мотоциклами и порядке автомобильного движения по городу Москве и окрестностям", в котором безопасность дорожного движения (БДД) страны на начальном этапе обеспечивалась милицией и Центральной автоинспекцией ВСНХ.

В марте 1919 г. VIII съезд РКП (б), наряду с другими, принял протокол о развитии автомобильного транспорта (АТ). В развитие этого документа Испол-

ком Моссовета в августе 1918 г. утвердил Положение об Автомобильной инспекции в городе Москве при авточасти транспортного отдела Моссовета. Декретом Совета народных комиссаров Правила автодвижения по городу Москве и ее окрестностям" от 10 июня 1920 г., подписанном председателем Совнаркома В. И. Ульяновым-Лениным, Наблюдением за исполнением правил сего постановления учреждалась Автоинспекция Транспортного отдела Московского Совета рабочих и красноармейских депутатов.

С вводом нового постановления Президиума Петроградского губисполкома 11 апреля 1923 г. "Об автомобильном движении в городе Петрограде и Петроградской губернии", определялось, что автомобиль должен отвечать требованиям БДД, т.е. вводился впервые в СССР "периодический осмотр автомобилей, выпускаемых на линию и выходящих из ремонта".

Наряду с другими главными задачами (по строительству автомобильных дорог и эксплуатации ТС) Цудортранс обеспечивал технический контроль ТС, с чем, в общем-то, и не справился. 31 мая 1929 г. Президиумом Моссовета решался вопрос создания межведомственной комиссии для координации действий Отдела регулирования уличного движения (ОРУД) Коммунального хозяйства Моссовета и патрульно-постовой службы милиции в сфере ОБДД.

При Управлении рабоче-крестьянской милиции (УРКМ) города Москвы в мае 1931 г. создан отдельный отряд регулирования уличного движения (РУД).

По решению Пленума ЦК ВКП (б) в июне 1931 г. бюро МГК ВКП (б) разработало новые Правила уличного движения. Президиум Московского горисполкома и Московского совета приняли постановление 24 ноября 1931 г. "Об улучшении дела ре-



гулирования уличного движения по городу Москве", в результате в УРКМ города Москвы был организован отдел регулирования уличного движения (ОРУД).

25 сентября 1931 г. было создано Московское транспортное управление (МТУ). Его сектор технической инспекции и экспертизы, в том числе занимался "техническим осмотром" автомобильного и гужевого транспорта.

59 статья УК РСФСР постановлением ЦИК и СНК СССР от 13 марта 1929 г. предусматривала за нарушение Правил БДД (при тяжких последствиях) — штраф до 3000 руб. или лишение свободы на срок до трех лет. А уже в 1931 г. эта статья другим постановлением устанавливала срок — до 10 лет или "высшую меру социальной защиты". И даже это не обеспечивало необходимый уровень репрессивной политики в области ОБДД. По этой причине одним из последних решений Совнаркома СССР от 5 ноября 1934 г. стало требование "улучшить надзорную деятельность и повысить статус автодорожной инспекции". Этим самым Цудортрансу было предложено организовать Государственную автомобильную инспекцию (ГАИ), так как на местах имелась отработанная сеть своих органов, а в постановлении Совнаркома СССР от 23 июля 1935 г. было утверждено Положение о ГАИ. Цудортранс хотя и обладал мощной системой, связанной с надзором, но правом наложения административных взысканий на нарушителей не был наделен.

На специальном оперативном совещании в Прокуратуре СССР в июле 1935 г. была поставлена задача: стране нужен специальный орган, способный решать создавшиеся вопросы. И такой орган был — это НКВД СССР, способный заставить кого угодно выполнять нормы и правила при эксплуатации ТС.

Постановление ЦИК и Совнаркома СССР "О передаче Цудортранса в НКВД СССР" было принято 28 октября 1935 г. (эта передача происходила до середины 1939 г.). Руководство дорожным строительством и обеспечение БДД возлагалось на НКВД СССР, а автотранспорта — на местные Советы. А постановлением Совнаркома СССР от 3 марта 1936 г. ГАИ была включена в состав Главного Управления рабоче-крестьянской милиции (ГУРКМ) НКВД СССР.

3 апреля 1936 г. вышел приказ НКВД СССР № 111 "О работе Государственной автомобильной инспекции", из которого следовало, что "ГАИ в центре и на местах передавались в ведение ГУРКМ НКВД СССР". 5 апреля 1936 г. вышел приказ НКВД СССР

№ 126 "Об организации Государственной автомобильной инспекции ГУРКМ СССР и местных аппаратов этой инспекции". На ГАИ ГУРКМ НКВД СССР возлагались в том числе и обязанности по проведению периодических технических осмотров (ТО) ТС.

В 1940 г. отделом ГАИ ГУРКМ НКВД СССР были разработаны первые Типовые правила движения по улицам городов и дорогам СССР.

Учреждение МАДИ (постановление Совнаркома Союза ССР № 748 от 13 декабря 1930 г.) на базе автомобильно-дорожного факультета МИИТа и Высшей автомобильно-дорожной школы Цудортранса дало новый импульс, прилив свежих высококвалифицированных кадров для вновь созданной государственной структуры.

В связи с присоединением СССР в августе 1959 г. к Женевской Конвенции о дорожном движении и Протоколу о дорожных знаках и сигналах (1949 г.), первые единые по СССР Правила движения по улицам и дорогам Союза ССР были утверждены приказом МВД СССР № 25 от 11 января 1960 г. и введены в действие с 1 января 1961 г.

Разработанная еще Цудортрансом при Совнаркоме СССР в январе 1932 г. Инструкция о порядке производства ежегодного технического осмотра автомашин действовала в течение 20 лет и изменилась лишь 6 ноября 1952 г.: приказом МГБ СССР было утверждено Наставление по надзору за техническим состоянием и использованием автомототранспорта народного хозяйства СССР.

По постановлению Совета Министров РСФСР от 6 июля 1964 г. первые Правила проведения ежегодного периодического ТО ТС были объявлены приказом Министерства охраны общественного порядка РСФСР 26 июля 1964 г. и являлись едиными для всей территории СССР.

С 1 января 1983 г. вступили в силу новые Правила проведения периодического ТО ТС согласно приказу МВД СССР № 2 от 1 января 1982 г. Четвертые Правила проведения государственного технического осмотра (ГТО) ТС (приказ МВД СССР № 252) вступили в законную силу с 1 января 1989 г. Пятые Правила (приказ МВД РФ № 482 от 05 ноября 1993 г.) — с 1 января 1994 г. Шестые — с 31 июля 1998 г. (постановление Правительства РФ № 880). Седьмые правила — были сформулированы в качестве Федерального закона (№ 170-ФЗ от 01 июля 2011 г.) и постановления правительства России (№ 1008 от 05 декабря 2011 г.).

ПРЕСС-ТУР

ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • ПРЕЗЕНТАЦИИ

ОТ ШИН ДО СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПАРКОМ

На выставке Busworld, прошедшей в конце прошлого года в Кортрейке (Бельгия), концерн Continental, международный производитель шин и поставщик автомобильных комплектующих, представил ассортимент автобусных покрышек, электроники, приборов, систем управления транспортным парком и эргономичных решений.

K числу ключевых экспонатов также относятся полностью настраиваемый щиток приборов MultiViu [®] Professional 12 и система контроля давления воздуха в шинах Conti Pressure Check [™].

Все большее внимание сейчас уделяется разработке автомобилей с сетевыми возможностями, управление которыми облегчено благодаря четкому отображению важной информации. Эта тенденция поддержана подразделением продукции для коммерческих автомобилей и послепродажного обслуживания концерна Continental: оно представляет инновационный щиток приборов MultiViu® Professional 12. Этот полностью настраиваемый щиток приборов включает в себя 12,3-дюймовый цветной дисплей ТFT высокого разрешения, поддерживающий двухмерную графику в режиме реального времени и воспроизведение видеоматериалов (рис. 1).

Кроме того, концерн Continental разработал системы видеокамер ProViu[®] Mirror и ProViu[®] ASL360.



Рис. 1. Полностью настраиваемый щиток приборов MultiViu®Professional 12 с 12,3-дюймовым цветным дисплеем ТFT высокого разрешения, поддерживающим двухмерную графику в режиме реального времени и воспроизведение видеоматериалов

Система ProViu® Mirror — это альтернатива внешним зеркалам заднего вида. Она предусматривает установку двух камер по бокам автомобиля. Изображения с этих камер передаются на два дисплея, встроенные в левую и правую передние стойки. Данная технология существенно расширяет угол обзора по сравнению с традиционными зеркалами заднего вида и повышает безопасность вождения при одновременном снижении расхода топлива на 2 %. Система ProViu®ASL360 на базе камеры обеспечивает еще большую экономию и повышение уровня безопасности, так как она предусматривает передачу изображения объектов, находящихся вокруг автомобиля, на дисплей в режиме реального времени. В результате, значительно уменьшается вероятность повреждения как автомобиля, так и объектов вокруг него вследствие устранения слепых зон. Это заметно облегчает выполнение поворотов в условиях ограниченного пространства.

В сфере электронного оборудования для колесного транспорта концерн Continental также разработал модульную кабину для городских и междугородных автобусов, которая соответствует стандартам VDV и EBSF. Именно модульная конструкция обеспечивает удобную и гибкую компоновку кабины. Ее компоненты можно адаптировать к различным вариантам применения. Предусмотрена также возможность настройки высоты и наклона кабины. Поэтому новая конструкция гарантирует большую эргономичность рабочего места для водителей автобусов (рис. 2).



Рис. 2. Модульная кабина для городских и междугородных автобусов, соответствующая стандартам VDV и EBSF и отличающаяся удобной и гибкой компоновкой

Посетители выставки узнали и о консультационных услугах Continental, предоставляемых по вопросам компоновки электронной и электрической систем автобусов. Эксперты помогают производителям автобусов на всех этапах: от анализа требований до утверждения, что гарантирует надежное и эффективное взаимодействие компонентов электронного оборудования. Кроме того, они проверяют соответствие применимым стандартам безопасности. Архитектура электронной и электрической систем, спроектированная профессионалами и оптимизированная специалистами в области электроники, повышает эффективность, безопасность и надежность транспортного средства. Клиентам также предоставляется вся необходимая документация по системе.

На выставке Busworld посетители познакомились с программным обеспечением TIS-Web для цифрового управления транспортным парком, которое обеспечивает повышение производительности. Помимо предписанного законодательством архивирования, это программное обеспечение оценивает широкий спектр данных, оптимизируя тем самым управление логистическими операциями и транспортными средствами, что облегчает ежедневную работу водителей.

В ассортименте автобусных шин Continental третьего поколения найдется оптимальное решение для любого сезона и варианта применения (от город-



Рис. 3. Шины Conti Coach HA3 295/80 R 22,5 для магистральных перевозок, Conti CityPlus HA3 295/80 R 22,5 для смешанного использования на городских и междугородных автобусах, а также зимняя шина Conti UrbanScandinavia HA3 275/70 R 22,5

ских до междугородных и магистральных автобусных перевозок). На стенде Continental также была представлена продукция подразделения грузовых шин — покрышки Conti CityPlus HA3 295/80 R 22,5. Четкие продольные канавки этой шины служат залогом хороших управляемости и сцепления с влажной поверхностью дороги на протяжении всего срока службы. Это делает ее отличным универсальным решением для междугородных пассажирских перевозок, а также чартерных туристических рейсов.

На выставке были продемонстрированы и покрышки Conti Coach HA3 размерностью 295/80 R 22,5, специально разработанные для высокоскоростных и комфортных магистральных перевозок. Благодаря специальной резиновой смеси и новому рисунку протектора шина Conti Coach HA3, пригодная для установки на любую ось, обеспечивает максимальный уровень безопасности и оптимальный ездовой комфорт, а также оптимизированное сопротивление качению.

Для пассажирских перевозок важны такие свойства шины, как оптимальное сцепление и безопасность при движении по влажным, холодным или обледенелым дорогам. На выставке Busworld подразделение грузовых шин концерна Continental представило зимнюю шину Conti UrbanScandinavia HA3 275/70 R 22,5. Она пригодна для установки на любую ось и имеет рисунок протектора, состоящий из многочисленных режущих кромок и ламелей (рис. 3).

Инновационная система контроля давления воздуха в шинах ContiPressureCheck™ служит еще одним средством повышения безопасности на дорогах. В ее конструкцию входят внутренние датчики, измеряющие как давление, так и температуру воздуха в шинах в режиме реального времени. Данные выводятся на дисплей. Система ContiPressureCheck™ сразу же предупреждает водителя, если измеренное давление воздуха в шинах отклоняется от установленного значения. После этого водитель может принять необходимые меры, чтобы исправить ситуацию и вернуть давление в норму. Таким образом, ContiPressureCheck™ вносит весомый вклад в повышение безопасности пассажиров.

Пресс-служба концерна Continental

Художественный редактор *Т. Н. Галицына*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Т. В. Пчелкина* Сдано в набор 04.04.2016. Подписано в печать 23.05.2016. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88. Отпечатано в ООО «Канцлер», 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49. Оригинал-макет: ООО «Адвансед солюшна». 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**