

$1030BIK = \frac{2}{2017}$

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

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

Редакционный совет

Д.Х. Валеев, О.Н. Румянцева, д-р техн. наук ген. дир. ООО "Издательство В.А. Волчков "Инновационное машиностроение' С.М. Гайлар. д-р техн. наук А.Ф. Синельников, Л.В. Грехов, канд. техн. наук, проф. А.А. Солнцев, д-р техн. наук, проф. В.А. Зорин, д-р техн. наук д-р техн. наук

В.С. Устименко, В.В. Комаров, канл. техн. наук Х.А. Фасхиев, канд. техн. наук В.А. Марков, д-р техн. наук, проф. д-р техн. наук, проф. Н.Д. Чайнов,

А.Н. Ременцов, д-р техн. наук, проф.

д-р пед. наук, канд. техн. наук



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

Адрес издательства

107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2 Тел. (495) 661-03-36

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", 2017

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель



HOMEPE:

















Конструкция

- Ляшенко Ю. М., Рыжиков В. А., Ревякина Е. А., Ляшенко А. Ю., Зубрилова А. М. Обоснование конструкции системы рекуперативного торможения транспортного средства
- Стародубцева И. В., Дидманидзе О. Н. Исследование тягово-энергетических характеристик гибридной силовой установки автобуса

Исследования. Расчет

- Стариков А. Ф., Корнилов В. Г. Расчет характеристик шин при воздействии поражающих факторов обычного оружия
- Вальехо Мальдонадо П. Р., Смирнов С. В., 17 Чайнов Н. Д. Определение нагрузки на коренные шейки V-образного двигателя с угловым смещением шатунных шеек рядом расположенных шатунов
- Зыков С. А. Экспериментальные исследования загрязненности и обводненности дизельного топлива (часть 1)
- Зорин В. А. Карташова В. В. Влияние фреттинг-коррозии на долговечность рессор автомобилей

Практика

Данилов И. К., Попова И. М. Применение сетевых методов для планирования трудоемкости работ

Безопасность

- Валуев Н. П., Никоненков Н. В., Стасишин Л. А. Автомобильная система динамического радиационного мониторинга территорий
- Крамаренко Б. А. Исполнение государственной функции по Федеральному Гостехнадзору

Пресс-Тур

44 ПАО "КАМАЗ" информирует



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 = 9777Информация на сайте "Autotransportnik.ru"



Truck

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

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

Editorial council

O.N. Rumyantseva, D.Kh. Valeev, General Director. dr en s 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. A.A. Solntsev, dr.en.s., prof. 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. dr. Hab, PhD in en.s.



CONTENTS:









Research. Calculation

Design

Lyashenko Yu. M., Ryzhikov V. A., Revyakina

Rationale Justification of a design of system of

Starodubtceva I. V., Didmanidze O. N. The study

of the traction-power characteristics hybrid

E. A., Lyashenko A. Yu., Zubrilova A. M.

recuperative braking of the vehicle

power system of the bus

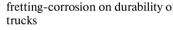
Starikov A. F., Kornilov V. G. The calculation 12 of the tires characteristics when exposed to damaging factors of conventional weapons

Valleio Maldonado P.R., Smirnov S.V., Chainov N. D. Determination of the load on the main journals of the V-engine with angular displacement of the crank pins of adjacent rods

Zykov S. A. Experimental Research of Fuel Contamination and Water Content of Diesel Fuel (part 1)

Zorin V. A., Kartashova V. V. Influence of fretting-corrosion on durability of springs of





Practice

Danilov I.K., Popova I.M. The application of 35 network techniques for planning complexity of the work

Security

Valuev N. P., Nikonenkov N. V., Stasishin L. A. Automobile system for dynamic radiation monitoring of territories.

Kramarenko B. A. Execution of state function on federal gostekhnadzoru

Press Tour

PJSC "KAMAX" infoims

Correspondent's office:

Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:

107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2, str. 12 Ph. (499) 269-48-96 E-mail: qnjzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru

http://www.mashin.ru

Address of publishing house

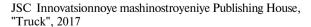
107076, Kolodezny Lane, house 2, str. 2 Ph. (495) 661-03-36

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

Subscription index:

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 65.656

Ю. М. Ляшенко, д-р техн. наук, профессор, Шахтинский институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова, **В. А. Рыжиков**, д-р техн. наук, профессор,

Е. А. Ревякина, канд. техн. наук, доцент, институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, e-mail: Revyelena@yandex.ru,

А. Ю. Ляшенко, канд. техн. наук, ООО "Ремстрой", г. Шахты Ростовской области,

А. М. Зубрилова, студент, Шахтинский институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рассмотрена ситуация на рынке предоставления транспортных услуг и организации транспортного обслуживания населения г. Шахты. Дана оценка показателям среднестатистического пассажирского транспортного средства. Разработаны предложения по совершенствованию системы обеспечения безопасности дорожного движения автотранспортных средств.

Ключевые слова: статистические исследования, пассажирский транспорт, транспортное средство, маршрутное такси, обслуживание населения, безопасность дорожного движения, рекуперативное торможение.

The article describes the situation in the market of transport services and the Organization's public transport services Shakhty. The estimation of parameters of an average passenger vehicle. Proposals for improving the safety of road vehicles system.

Keywords: statistical studies, passenger transport, vehicle, taxi, public service, road safety, recuparative braking.

Поддержание на современном уровне показателей качества системы "человек — автомобиль — дорога — среда" определяет необходимость постоянного совершенствования ее функциональных элементов.

Цель выполненного исследования — описать ситуацию на рынке предоставления населению транспортных услуг и организации транспортного обслуживания населения (на примере Шахтинского городского округа), оценить уровень качества и обосновать пути совершенствования современного парка подвижного состава, осуществляющего перевозку населения.

В последние десятилетия в сфере реализации полномочий по созданию условий для предоставления транспортных услуг и организации транспортного обслуживания населения в границах Шахтинского городского округа приоритеты развития отданы автомобильному транспорту.

Для информационного обеспечения данными об эксплуатационных качествах транспортных средств, осуществляющих перевозку населения г. Шахты, была разработана методика организации сбора и анализа информации. Реализация этой методики, основу которой составляют современные статисти-

ческие методы [1-3], подразумевает решение следующих задач:

- изучение опыта эксплуатации транспортных средств, осуществляющих перевозку населения г. Шахты:
 - описание марки ATC, года выпуска;
- определение эксплуатационных показателей ATC;
- анализ фактических данных о современном парке ATC, осуществляющих перевозку населения, и разработка предложений их конструктивного совершенствования.

Для решения вышеперечисленных задач предусматривался следующий порядок действий:

- сбор первичной информации на предприятиях, эксплуатирующих транспортные средства;
- сбор и обработка документации, содержащей описание марки ATC, его года выпуска, продолжительности работы ATC на маршруте, количества рейсов и пробега;
- анализ результатов статистического исследования функционирования системы "пассажиропоток городской пассажирский автотранспорт".



gz217.indd 3

25.01.2017 16:08:56







Статистические исследования функционирования системы "пассажиропоток — городской пассажирский автотранспорт" проводились в соответствии с выборочным методом, сущность которого состоит в том, что имеется некоторая большая совокупность объектов, называемая генеральной совокупностью. Взять под наблюдение все N эксплуатируемые в городе транспортные средства практически невозможно. Поэтому из числа N выбирается n машин, которые образуют выборку. По результатам наблюдений за n машинами требуется описать всю генеральную совокупность. Для того чтобы по данным выборки можно было достаточно уверенно судить о признаках генеральной совокупности, необходимо, чтобы выборка была представительной.

В соответствии с рекомендациями [2] при проведении статистических исследований функционирования системы "пассажиропоток — городской пассажирский автотранспорт" для определения средних значений исследуемых параметров с доверительной вероятностью 0,9 и относительной ошибкой 5 % необходимо и достаточно взять под наблюдение 40 однотипных транспортных средств.

Обработка полученных статистических данных о марке ATC, его года выпуска, продолжительности работы ATC на маршруте, количестве рейсов и пробеге производилась для формализации представления о среднестатистических параметрах и эксплуатационных показателях подвижного состава, осуществляющего обслуживание населения в границах Шахтинского городского округа.

Изучение опыта эксплуатации АТС, осуществляющих перевозку населения г. Шахты, свидетельствует, что в последние десятилетия в сфере реализации полномочий по созданию условий для предоставления транспортных услуг и организации транспортного обслуживания населения в границах Шахтинского городского округа большую весомость приобрели автобусы категории М2 (маршрутные такси, рис. 1).

В рамках статистического исследования обработаны и анализируются данные по 120 единицам подвижного состава и 47 маршрутам движения автобусов категории М2 (маршрутных такси) в границах Шахтинского городского округа.

Сбор и обработка документации, содержащей описание марки автобусов категории M2, позволили установить, что в системе пассажирских перевозок маршрутными такси базовой моделью является микроавтобус "Газель" ГАЗ-322132 (рис. 2).

Согласно разработанной методике обработки результатов статистических исследова-

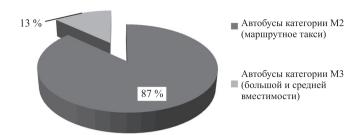


Рис. 1. Распределение маршрутов по категории обслуживающих автобусов



Рис. 2. Обслуживание маршрутов автобусами категории M2 (маршрутное такси)

ний, вычислены числовые характеристики выборки по годам выпуска подвижного состава. Рассматривался сформированный статистический ряд из n=120 реализаций случайных значений производственных единиц, при этом $X_{\min}=2000$ г. выпуска, $X_{\max}=2014$ г. выпуска.

Для каждого разряда подсчитываются: n_i — число значений случайной величины, попавших в разряд; n_i/n — частота появления случайной величины (статистическая вероятность); $\sum \frac{n_i}{n}$ — накопленная

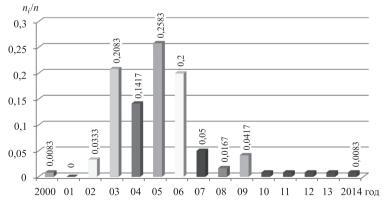


Рис. 3. Гистограмма частоты появления случайной величины, характеризующая структуру подвижного состава по годам выпуска

4

gz217.indd 4



Таблица 1 Данные обработки результатов статистических исследований структуры подвижного состава по годам выпуска

Представитель разряда X_i , г./выпуск	n_i	n _i /n	$X_i \frac{n_i}{n}$	$(X_i' - m_x')^2 \frac{n_i}{n}$
2000	1	0,0083	16,6	0,1464
2001	_	_	_	_
2002	4	0,0333	66,66	0,1611
2003	25	0,2083	417,2249	0,2999
2004	17	0,1417	283,9668	0,0056
2005	31	0,2583	517,8915	0,1653
2006	24	0,2000	401,2	0,648
2007	6	0,0500	100,35	0,392
2008	2	0,0167	33,5336	0,2411
2009	5	0,0417	83,7753	0,9607
2010	1	0,0083	16,6	0,2792
2011	1	0,0083	16,6	0,3837
2012	1	0,0083	16,6	0,5049
2013	1	0,0083	16,6	0,6428
2014	1	0,0083	16,6	0,7971

частота; $n_i/n\Delta I$ — эмпирическая плотность вероятности. Данные заносятся в табл. 1.

Гистограмма частоты появления случайной величины (статистической вероятности) представлена на

рис. 3. По оси абсцисс откладывается представитель разряда X_i случайной величины и на каждом из интервалов строится прямоугольник с высотой, равной частоте появления случайной величины в данном интервале.

Для сгруппированных данных, на основании табл. 1, найдены статистические числовые характеристики: статистическое среднее математическое ожидание m'_x , статистическая средняя дисперсия D'_x , статистическое среднее квадратическое отклонение σ'_x и коэффициент вариации CB v'_x .

$$m_X'=2004,2$$
 г./выпуск;
$$D_X'=5,6;\ \sigma_X'=2,37;\ v_X'=0,0012.$$

Как видно из полученных результатов, срок эксплуатации среднестатистического транспортного средства ГАЗ-322132 составляет 9,8 лет с наработкой на отказ 588 тыс. км. При этом максимальная наработка для транспортного средства 2000 г. выпуска превышает 800 тыс. км.

Как показывает анализ данных статистических исследований (продолжительности работы ATC на маршруте, количества рейсов и пробега) эксплуатационные показатели микроавтобуса ГАЗ-322132 на порядок выше средней скорости движения ATC на маршруте (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица к определению средней скорости движения АТС на маршруте

Маршрут	Протя- женность маршру- та, км	График	Марка автобуса	Продолжи- тельность работы автобуса, ч	Количество рейсов	Пробег всего/в том числе нулевой	Средняя скорость движения, км/ч
		1	ГАЗ-322132	11.30	22	173,8/15,4	13,84
№ м. 19	7.2	2	ГАЗ-322132	12.00	22	159,4/1	13,21
"Центр (Стаер) — п. Мирный	7,2	3	ГАЗ-322132	11.50	22	173,8/15,4	13,77
п. мирныи		4	ГАЗ-322132	11.40	22	173,8/15,4	13,58
		1	ГАЗ-322132	12.10	21	226,6/10,3	17,79
№ м. 8a	10,3	2	ГАЗ-322132	13.10	25	267,8/10,3	19,55
"20 лет РККА — Культурный уго-		3	ГАЗ-322132	11.30	20	221,6/15,6	17,91
лок"		4	ГАЗ-322132	13.20	23	247,2/10,3	17,76
JOK		5	ГАЗ-322132	11.20	19	209/11,3	17,28
№ м. 104	14,4	1	ГАЗ-322132	11.40	13	202,3/15,1	16,04
"Воровского — 7-й совхоз"		2	ГАЗ-322132	11.40	13	202,3/15,1	16,04
№ м. 33а "Центр (Стаер) — Кирпичный"	10,7	1	ГАЗ-322132	11.25	20	215/1	25,48
№ м. 74		1	ГАЗ-322132	12.30	14	264,8/15,6	19,93
"п. Новостройка —	17,8	2	ГАЗ-322132	11.50	13	249,2/17,8	19,56
п. Новоюжный"		3	ГАЗ-322132	1.20	2	55,6/20	26,72

Грузовик, 2017, № 2

25.01.2017 16:08:56



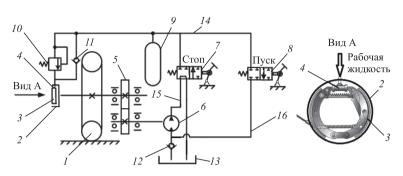


Рис. 4. Гидрокинематическая схема пуско-тормозного устройства транспортного средства

Одной из причин низкой средней скорости движения АТС на маршруте является пуско-тормозной режим (регулируемые и нерегулируемые перекрестки, остановки для посадки-высадки пассажиров), к недостаткам которого можно отнести то, что при торможении энергия движущейся массы транспортного средства преобразуется в тепловую вследствие создаваемых между фрикционными накладками тормозных колодок и рабочей поверхностью барабана сил трения, а при разгоне в начальный момент движения требуется повышенный расход топлива.

Снизить энергозатраты в начальный момент движения транспортного средства после торможения, за счет генерированной и аккумулированной энергии в процессе торможения позволит пуско-тормозное устройство транспортного средства [4].

Это устройство (рис. 4) включает установленный на колесе I барабан 2, взаимодействующие с ним тормозные колодки 3, которые приводятся в действие цилиндром 4. Распределительная аппаратура 7 и 8 в виде двух двухпозиционных распределителей с пружинным возвратом золотников подключена гидролинией 14 к аккумулятору 9 и через предохранительный клапан 10с параллельно установленным обратным клапаном 11 к цилиндру 4 тормозных колодок 3. При этом распределитель 7 соединен гидролинией 15, а распределитель 8 соединен гидролинией 16 с насос-мотором 6.

Рабочая жидкость из бака 13 через обратный клапан 12 подается в гидролинии насос-мотором 6, вал которого связан зубчатой передачей 5 с валом колеса 1 транспортного средства.

Устройство работает следующим образом. При движении транспортного средства и вращении колеса I посредством зубчатой передачи 5 приводится в действие насос-мотор 6, которым рабочая жидкость из бака 13 подается в гидролинию 15 и через распределитель 7 возвращается в бак.

Для торможения транспортного средства распределитель 7 переводится в правую рабочую пози-

цию. При этом рабочая жидкость через распределитель 7 попадает в гидролинию 14, что обеспечивает зарядку аккумулятора 9. Момент окончания зарядки аккумулятора 9 определяется настройкой предохранительного клапана 10, после срабатывания которого рабочая жидкость поступает в цилиндр 4. Цилиндр 4 приводит в действие тормозные колодки 3, взаимодействие которых с рабочей поверхностью барабана 2 блокирует колесо 1 и транспортное средство останавливается. После остановки транспортного средства распределитель 7 возвращается в исходное положение.

Для начала движения транспортного средства в правую рабочую позицию переводится распределитель δ . Этим обеспечивается соединение аккумулятора 9 через распределитель δ и гидролинию 16 с насос-мотором δ , при этом обратным клапаном 12 исключается слив рабочей жидкости в бак 13.

При этом рабочая жидкость из аккумулятора 9 через распределитель 8 попадает в гидролинию 16, где обратным клапаном 12 исключается ее слив в бак 13.

После снижения давления в гидролинии 14 штоки цилиндра 4 под действием пружины втягиваются, при этом рабочая жидкость из цилиндра 4 вытекает через обратный клапан 11, колесо растормаживается.

Накопленная энергия в аккумуляторе 9 потоком рабочей жидкости обеспечивает пуск насос-мотора 6 в режиме мотор и связанного с ним через зубчатую передачу 5 колеса транспортного средства 1.

Таким образом, исполнение предлагаемого пуско-тормозного устройства позволяет генерировать и аккумулировать энергию в процессе торможения транспортного средства и использовать ее при разгоне, что приведет к снижению энергозатрат двигателя в начальный момент движения и повышению эффективности АТС при обслуживании населения в границах Шахтинского городского округа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **ГОСТ Р 50779.21—2004** Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 43 с.
- Орлов А. И. Прикладная статистика. Учебник. М.: Издательство "Экзамен", 2006. — 671 с.
- 3. **Юдин М. И.** Планирование эксперимента и обработка его результатов: монография / М. И. Юдин. — Краснодар: КГАУ, 2004. — 239 с.
- Патент на полезную модель 158458 Российская Федерация, МПК В60 Т13/14 (2006.01). Пускотормозное устройство транспортного средства / Ю. М. Ляшенко, В. А. Рыжиков, Е. А. Ревякина, А. Ю. Ляшенко, Д. Ю. Батыщев // № 2015109504/11; заявлено 18.03.2015; опубл. 10.01.2016, Бюл. № 1.

gz217.indd 6



УДК 629.3.064:656.132

И. В. Стародубцева, аспирант, e-mail: i.starodubtseva@mail.ru,

O. H. Дидманидзе, д-р техн. наук, профессор, e-mail: didmanidze@timacad.ru,

РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОБУСА

В статье описана концепция комплекта тягового электрооборудования городского автобуса, представлена блок-схема экспериментального стенда. Приведены состав и характеристики устройств автобуса с гибридной силовой установкой. На основании статических испытаний автобуса были исследованы тягово-энергетические характеристики гибридной силовой установки автобуса. По результатам испытаний определены: оптимальная частота вращения мотор-генератора и максимальное значение коэффициента полезного действия гибридной силовой установки.

Ключевые слова: гибридная силовая установка автобуса, статические испытания, тягово-энергетические характеристики.

This article describes the concept of a set traction electric city bus, a block diagram of the experimental is represented. It is shown the composition and characteristics of the bus devices with hybrid power system. Traction-power characteristics have been identified on the basis of static tests of the bus' hybrid power system. The results of tests are defined: the optimum frequency of rotation of the motor-generator and the maximum value of the efficiency of a hybrid power system.

Keywords: hybrid power system of bus, static tests, traction-power characteristics.

Введение

В настоящее время одним из перспективных направлений повышения топливной экономичности, уменьшения выбросов токсичных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания, решение проблем городского транспорта является применение в их конструкции электропривода.

До недавнего времени внедрение гибридного привода в конструкции городских автобусов сдерживалось высокой стоимостью подобных схем, вызванной, в свою очередь, высокими ценами на силовую электронику, электрические машины и накопители электроэнергии. Однако теперь разработаны как экономически оправданные преобразовательные силовые устройства и электрические машины для автотранспорта, так и эффективные накопители электрической энергии [1]. Все это позволяет создать экономичный гибридный привод автобуса.

Таким образом, работы в области исследования энергетических процессов в гибридной силовой установке (ГСУ) автобуса являются актуальными и научно целесообразными.

Концепция КТЭО городского автобуса

В статье рассматривается опытный образец комплекта тягового электрооборудования (КТЭО) городского автобуса.

В состав КТЭО автобуса входят:

- тяговый асинхронный двигатель (ТАД);
- мотор-генератор (МГ);
- силовые преобразователи (СП) с микропроцессорной системой управления для МГ, ТАД;
- блок накопителей (БН) на основе суперконденсаторов;
- системы охлаждения электрических машин и силовых преобразователей;
- контроллер верхнего уровня (КВУ);
- системы питания оборудования КТЭО.

На рис. 1 представлена схема экспериментального стенда для исследования тягово-энергетических характеристик ГСУ автобуса.

Комплект тягового электрооборудования автобуса выполнен по последовательной схеме и предназначен для преобразования механической энергии, вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания, в электрическую и ее обратного преобразова-

lacktriangledown

gz217.indd 7





ния в механическую для передачи на ведущий мост автобуса. Вторым источником энергии является блок накопителей, подключаемый к шине постоянного тока. Его энергия используется в качестве дополнительной в циклических режимах движения автобуса — трогание, ускорение. При торможении автобуса

механическая энергия преобразуется ТАД, переходящим в генераторный режим, в электрическую и рекуперируется в накопитель. При полном заряде накопителя остальная энергия торможения через генератор, переходящий в двигательный режим, гасится в ДВС (компрессионное торможение).

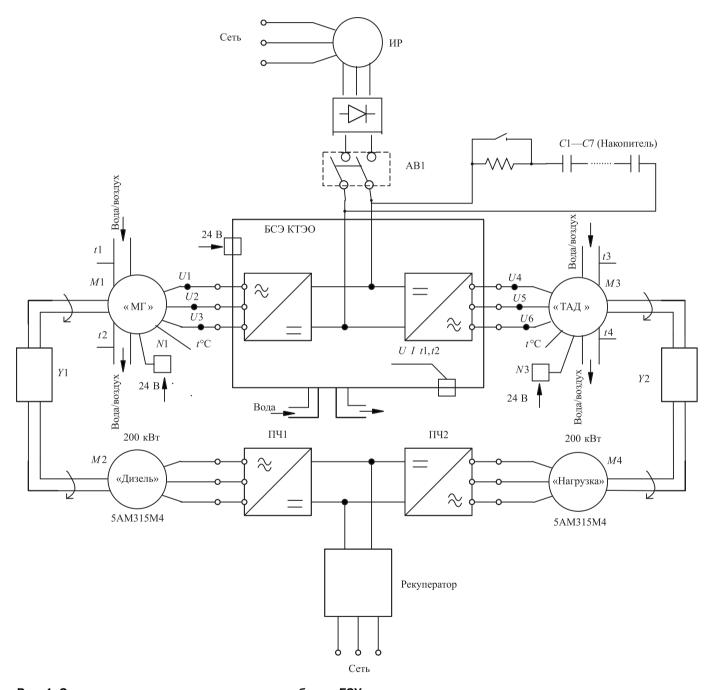


Рис. 1. Схема экспериментального стенда автобуса с ГСУ:

МГ-мотор-генератор; ТАД — тяговый асинхронный двигатель; Π Ч1, Π Ч2 — преобразователь частотный 1 и преобразователь частотный 2; C1—C7 (накопитель) — блок накопителей на основе суперконденсаторов; дизель — имитатор двигателя внутреннего сгорания (асинхронный электродвигатель 5AM315M4 с датчиком скорости); 5C9 — блок силовой электроники; нагрузка — имитатор нагрузки (асинхронный двигатель фирмы "Cummins")

gz217.indd 8





Преобразования энергии в КТЭО производятся мотор-генератором и тяговым асинхронным двигателем с соответствующими силовыми полупроводниковыми преобразователями, которые объединены в единый блок силовой электроники (БСЭ).

Управление потоками мощности в различных режимах работы автобуса обеспечивается контроллером верхнего уровня, который связан с органами управления и отображения информации в кабине автобуса и всеми контроллерами преобразователей мотор-генератора, тягового двигателя, блока накопителей и ДВС.

Состав и характеристики компонентов КТЭО автобуса

В схеме КТЭО автобуса применяются шестифазные асинхронные низковольтные двигатели ТАД 250-260 У2 и ТАГ 250-280-У2, изготовленные ПАО "НИПТИЭМ", так как они просты в конструкции, характеризуются уникальными эксплуатационными качествами: большим сроком службы, простотой в обслуживании и ремонте, а отсутствие подвижных электрических контактов обусловливает их высокую надежность.

Тяговый электродвигатель ТАД 250-260 У2 развивает кратковременную мощность до 250 кВт, что превышает мощность штатного дизельного двигателя серийного прототипа — автобуса ЛИАЗ-5292 (180 кВт), обеспечивая тем самым лучшую динамику при разгоне. Долговременная мощность ТАД соответствует долговременной мощности мотор-генератора ТАГ 250-280-У2 — 125 кВт.

В качестве имитатора ДВС используется электродвигатель 5AM315M4 с датчиком скорости. Его основные характеристики представлены в табл. 1.

Таблица 1 **Характеристики имитатора ДВС в схеме КТЭО автобуса**

Характеристики	Значение
Напряжение, В	380
Соединение обмоток	Треугольник
Ток, А	342
КПД, %	95,5
Частота, Гц	50 Γ
Частота вращения, мин ⁻¹	1489
Мощность подключаемого двигателя, кВт	200
Напряжение питания, В	400

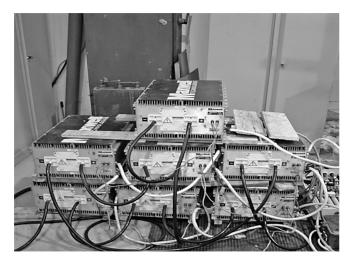


Рис. 2. Конденсаторный модуль фирмы "Maxwell"

В соответствии с необходимой для ТАД мощностью выбирается такое соотношение момента имитатора ДВС и скорости его вращения, которое обеспечивает наилучшую топливную экономичность.

В качестве накопителей используются суперконденсаторы фирмы "Maxwell" (рис. 2). В табл. 2 приве-

Таблица 2 Технические характеристики конденсаторного модуля фирмы «Maxwell» BMOD0063

Характеристика	«Maxwel» BMOD0063
Рабочее напряжение, В	125
Максимальное напряжение, В	135
Емкость, Ф	63
Внутреннее сопротивление, мОм	18
Габаритный объем, л	99,1
Масса, кг	58
Удельная энергия, Вт·ч/кг (Вт·ч/л)	2,4 (1,4)
Удельная максимальная мощность, кВт/кг (кВт/л)	3,7 (2,2)
Рабочая температура, °С	-4065
Ресурс, циклы	1 000 000
Система охлаждения	Воздушная принудительная
Система выравнивания напряжения элементов	Требуется
Электролит	Органический электролит на основе ацетонитрила







Рис. 3. Силовой преобразователь SKAI-2 компании "Semikron"

дены технические характеристики конденсаторного модуля фирмы "Maxwell" BMOD0063.

Основным преимуществом суперконденсаторов является то, что они могут очень быстро накапливать и отдавать более высокую энергию, чем традицион-

ные конденсаторы. По сравнению с аккумуляторами, они имеют больший ресурс, не требуют технического обслуживания, хорошо работают в условиях экстремальных температур [2].

В качестве частотных преобразователей (ПЧ 1 и ПЧ 2) применены интеллектуальные интегральные модули трехфазного преобразователя SKAI-2 компании "Semikron" (рис. 3). В состав силового интеллектуального модуля входят силовые ключи на IGBT-транзисторах с антипараллельными FRD-диодами, схемы защиты силовых ключей и формирователи импульсов управления, конденсатор шины постоянного тока, датчики тока, напряжения и температуры. Силовые ключи и технология прижимного контакта компании "Semikron" имеют лучшие характеристики в своем классе и лучшие показатели надежности, устойчивости к энерготермоциклам, что особенно важно для применений на транспорте [3].

Экспериментальный стенд реализован в цехе испытаний ПАО "НИПТИЭМ".

Таблица 3 Характеристики МГ и ТАД при напряжении ЗПТ 740 Вт и заданной скорости МГ 1500 мин $^{-1}$ (длительный режим)

<i>I</i> _ΜΓ	43,7	85	139	190	186	192	193	197	200
U_{\perp} M Γ	252	461	480	480	477	470	483	483	484
P _эл_М Γ	15,4	50,8	95	137	136	132	136	139	142
$M_{\rm M}\Gamma$	100	343	643	946	951	935	952	980	990
<i>n</i> _ΜΓ	1500	1498	1494	1491	1491	1488	1492	1491	1491
$P_{\text{Mex}}M\Gamma$	15,71	53,81	100,60	147,71	148,49	145,69	148,74	153,01	154,58
КПД_МГ	98,04	94,41	94,43	92,75	91,59	90,60	91,43	90,84	91,86
<i>I_</i> ТАД	220,7	225	225	229	247,4	178	181	186	192
<i>U_</i> ТАД	38,1	147	276	402	461	460	462	460	458
P _эл_ТАД	11,6	46	89	132	130	127	131	133	136
М_ТАД	780	783	781	782	580	458	385	335	289
п_ТАД	100	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Р_мех_ТАД	8,17	41,00	81,79	122,84	121,48	119,90	120,95	122,78	121,06
КПД_ТАД	70,42	89,13	91,89	93,06	93,44	94,31	92,33	92,32	89,01
<i>U_</i> нак	740	740	740	740	740	740	740	740	740
кпд	52,00	76,19	81,30	83,16	81,81	82,30	81,32	80,24	78,32
t _обм_МГ	34	37	40	47	35	36	37	44	50
t_SKAI_MΓ	35	43	48	57	34	41	45	54	56
t _подш_МГ	31	33	33	35	34	34	34	35	35
t_обм ТАД	38	50	52	53	35	45	44	51	51
t_SKAI_TAД	44	50	52	56	43	48	49	53	53
<i>t</i> _подш_ТАД	33	34	34	33	32	31	31	33	32



gz217.indd 10



Статические испытания устройств ГСУ автобуса

Цель исследования: определение тягово-энергетических характеристик и проверки эффективности системы охлаждения электрических машин ГСУ автобуса.

Система охлаждения блока силовой электроники состоит из радиатора "OKA" с вентилятором "EBM-рарѕт" W1G250-HH37-52, насосом "SPHEROS" и расширительного бачка. Соединение силовых преобразователей мотор-генератора и тягового двигателя в БСЭ последовательное. Расход охлаждающей жидкости 20 л/мин. Система охлаждения электрических машин индивидуальная и каждая состоит из радиатора "OKA" с вентилятором "EBM-рарѕт" W1G250-HH37-52, насосом "АДВЕРС" и расширительного бачка. Расход охлаждающей жидкости 20 л/мин.

Измерение температуры осуществлялось программно посредством встроенных датчиков температуры, установленных в передних подшипниках и обмотках обоих машин, а также в подложках преобразователей МГ и ТАД [4].

В процессе статических испытаний выполняется определение энергетических показателей ГСУ автобуса:

- определение области реализуемых моментов, скоростей и мощностей МГ и ТАД при заданных уровнях напряжения звена постоянного тока (ЗПТ) (800, 740, 650, 500 В) и скоростей имитатора ДВС (1000, 1500, 1700, 1900 мин $^{-1}$);
- определение общего КПД системы МГ ТАД в области реализуемых моментов.

Скорость ТАД изменяется в диапазоне (0,1...1) $N_{\rm max}$ с шагом 500 мин $^{-1}$, при этом в первой зоне регулирования скорости действует ограничение по номинальному току ТАД, во второй зоне — ограничение по номинальной мощности и напряжению U_{dc} . Напряжение ЗПТ поддерживается на заданном уровне регулятором напряжения.

При каждом испытании осциллографируются токи фаз МГ и ТАД, регистрируются заданные значения фазных напряжений, скорости, моменты измерительных муфт.

Некоторые результаты испытаний приведены в табл. 3.

На рис. 4 и 5 приведены тяговые характеристики мотор-генератора и тягового двигателя и график зависимостей энергетических показателей.

Вывод

По энергетическим показателям оптимальная частота вращения мотор-генератора автобуса с гибридной силовой установкой составила $1900 \, \mathrm{muh}^{-1}$.

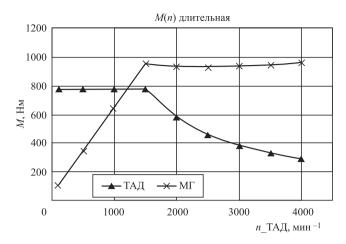


Рис. 4. Тяговые характеристики мотор-генератора и тягового асинхронного двигателя

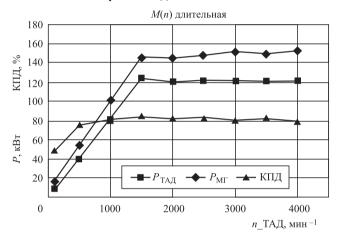


Рис. 5. График зависимостей энергетических показателей

Максимальное значение КПД составило 83,16 % на скорости тягового двигателя $1500 \, \mathrm{миh}^{-1}$ и напряжения звена постоянного тока, равным 740 В.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Флоренцев С., Марков Л., Менухов В. Экономичный экологичный гибридный городской автобус / С. Флоренцев, Л. Марков, В. Менухов, И. Варакин // Электронные компоненты. 2008. № 12. С. 30—34.
- Шамардна В. Н., Лемешко С. М. Исследование динамических характеристик городского автобуса с гибридной силовой установкой / В. Н. Шамардна, С. М. Лемешко // Электротехнические компоненты и системы. 2011. № 3 (79). С. 38—44.
- 3. Moser H., Bittner R., Beckedahl P. "High reliability, integrated inverter module (IIM) for hybrid and battery vehicles" Proc. VDE EMA, Aschaffenburg, 2006. P. 20—23.
- 4. **Ютт М. В.** Применение системы автоматической регистрации параметров электромобиля при проведении эксперимента / М. В. Ютт, С. С. Шугуров // Электроника и электрооборудование транспорта. 2009. № 5—6. С. 11—13.



gz217.indd 11





УДК 623.437.4:519.87

А. Ф. Стариков, канд. техн. наук, В. Г. Корнилов, канд. техн. наук, НИИЦ АТ "3 ЦНИИ"

Минобороны России

E-mail: viktor-kornilov@yandex.ru

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ШИН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ОБЫЧНОГО ОРУЖИЯ

Статья посвящена результатам расчетных исследований характеристик боестойких колес военной автомобильной техники при различных вариантах воздействия на них поражающих факторов обычного оружия, а также влияния параметров элементов системы регулирования давления воздуха в шинах на поддержание их в работоспособном состоянии при повреждениях.

Ключевые слова: боестойкие колеса, военная автомобильная техника, давление воздуха в шинах, компрессор, обычное оружие, программный комплекс, поражающие факторы, подвижность, расчетные исследования, ресивер, эксплуатационные свойства.

The article is devoted to results of settlement researches of characteristics run-flat wheels of military vehicles with different variants when exposed to damaging factors of conventional weapons, as well as the influence of parameters of system elements of air pressure regulation in the tires to maintain them in working condition with injuries.

Keywords: run-flat wheels, military automotive vehicles, air pressure in the tires, compressor, conventional weapons, software package, adverse factors, mobility, settlement researches, receiver, operating properties.

(рисунки на 2-й и 3-й полосах обложки)

Расчеты по оценке характеристик боестойких шин при воздействии поражающих факторов обычного оружия проводились с помощью разработанного программного комплекса (см. журнал "Грузовик" № 1, 2017 г.) с целью определения закономерностей влияния количественных показателей поражающих факторов обычного оружия (ПФ ОО) на эксплуатационные характеристики шин.

Пуск модуля программного комплекса по расчету характеристик боестойкости шин осуществляется с общего интерфейса, показанного на рис. 1. При этом открывается окно интерфейса подмодуля ввода исходных данных (рис. 2) по характеристикам шин, вариантам их поражения пулями и параметрам системы регулирования давления в шинах (СРДВШ).

Главным оценочным показателем в расчетах являлась величина давления воздуха в шине, от которой зависят практически все характеристики шины и основные эксплуатационные показатели образца ВАТ.

При расчетах оценивалось влияние на характер изменения давления в шине (шинах) автомобиля; количества пробоин от стрелкового оружия; величины объема шины, занимаемой внутренней дополнительной опорой (ВДО); объема используемого ресивера и характеристик его клапанов, определяющих вели-

чину максимально и минимально поддерживаемого в ресивере давления; производительности компрессора при работе его совместно с системой СРДВШ; диаметра и длины трубок системы СРДВШ, подводящих воздух от компрессора через ресивер к шинам. Отдельно исследовался вопрос по оценке различных вариантов построения системы СРДВШ.

В настоящей статье приводятся в качестве примера результаты расчетов по оценке боестойких колес с внутренней дополнительной опорой и без нее для шин размерности 12.00 R20, установленных на автомобиль с колесной формулой 4×4 типа "Тигр".

Для расчетов по оценке характеристик боестойких колес при воздействии поражающих факторов обычного оружия были приняты следующие исходные данные:

Стрелковое оружие:

калибр — 7,62 мм;

количество пробоин — от 1 до 10 для одиночной шины.

Шина:

наружный диаметр — 1140 мм;

внутренний диаметр — 508 мм;

ширина беговой дорожки — 270 мм;

номинальное давление воздуха в шине — $4.0 \, \text{кг/cm}^2$;

12



максимальное давление воздуха в шине — $4,2 \, \text{кг/cm}^2$.

Внутренняя дополнительная опора: наружный диаметр — 800 мм;

внутренний диаметр — 508 мм;

ширина ВДО -250 мм.

Ресивер:

суммарный объем ресиверов системы СРДВШ — $40.0\,\pi$;

максимальное давление в ресивере — $8,0 \text{ кг/см}^2$; минимальное давление в ресивере, при котором включается клапан компрессора — $6,0 \text{ кг/см}^2$.

Компрессор:

максимальная производительность — 460,0 л/мин. **Система СРДВШ:**

диаметр трубок от компрессора до ресивера — 10,0...16,0 мм;

диаметр трубок от ресивера до колес — 6,0...10,0 мм.

Размерные параметры автомобиля типа "Тигр":

база — 3100 мм;

колея — 2000 мм.

При проведении настоящих теоретических исследований была применена следующая методика. Для определения степени влияния того или иного параметра на показатели боестойкой шины (шин) этот параметр изменялся в 2 раза в большую и меньшую стороны. Поэтому на ниже приведенных графиках присутствуют три зависимости, соответствующие этим трем состояниям параметра (исходное значение, увеличенное в 2 раза и уменьшенное в 2 раза). Оценивалось влияние каждого из параметров в отдельности при неизменных (первоначальных) значениях других параметров.

На рис. 3—5 в качестве примера приведены графики изменения давления воздуха в шине при поражении шины одной, четырьмя и восемью пулями при изменении величины объема внутренней дополнительной опоры.

В результате расчетов были построены графики изменения давления воздуха в шине при поражении шины одной, четырьмя и восемью пулями при изменении величины объема ресивера; при изменении давления в шине и ресивере; при изменении величины производительности компрессора; при изменении величины диаметра трубок, подводящих воздух к шине.

Аналогичные графики были построены также для оценки влияния на характеристики боестойких шин длины трубок СРДВШ, подводящих воздух к шинам от ресивера и компрессора, для оценки влияния количества пулевых пробоин в нескольких шинах (от двух до четырех в различных сочетаниях) на характеристики боестойких шин при различных величинах производительности компрессора и для двух вариантов системы СРДВШ.

Результаты расчетов характеристик боестойких шин при воздействии поражающих факторов обычного оружия были подвергнуты анализу для выявления закономерностей, а также для выработки предложений по повышению эксплуатационных показателей шин и образцов ВАТ с боестойкими шинами.

Результаты расчетов были сведены в таблицы для удобства проведения аналитических исследований. В табл. 1 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины величины объема внутренней дополнительной опоры.

Анализ данных табл. 1 показывает, что относительная величина объема внутренней дополнительной опоры существенно влияет на время снижения давления в шине от номинального до атмосферного (на 25—50 %). Причем чем больший объем занимает в шине ВДО, тем время снижения давления уменьшается в нарастающей степени. Из этого следует, что ВДО должна быть спроектирована таким образом, чтобы выполнить свою функцию по ограничению прогиба шины при воздействии ПФ ОО и, одновременно, занимать как можно меньший объем.

В табл. 2 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины величины объема ресивера.

Таблица 1 Влияние объема ВДО на показатели боестойкой шины (ресивер отключен)

	Объем внутренней дополнительной опоры, %			
ПФ ОО	100	50	200	
	<i>T</i> , c			
1 пуля	26,81	33,67	13,12	
4 пули	6,70	8,42	3,28	
8 пуль	3,35	4,21	1,64	

Таблица 2 Влияние объема ресивера на показатели боестойкой шины

	Объем ресивера, %				
ПФ ОО	100	50	200		
	<i>T</i> , c				
1 пуля	36,00	31,37	45,56		
4 пули	9,75	8,05	13,92		
8 пуль	5,50	4,18	8,61		





 Таблица 3

 Влияние давления в ресивере на показатели боестойкой шины

	Давление в ресивере, %						
ПФ ОО	100 50		200				
	<i>T</i> , c						
1 пуля	36,00	34,22	36,95				
4 пули	9,75	8,89	10,66				
8 пуль	5,50	4,81	6,26				

Анализ табл. 2 показывает, что объем ресивера также существенно влияет на время снижения давления в шине от номинального до атмосферного (от 13 до 57 % в зависимости от количества пробоин в колесе). Чем больше воздействие на шину $\Pi\Phi$ ОО, тем более значительную роль играет величина объема ресивера. Увеличение объема ресивера в прогрессивной степени удлиняет процесс снижения давления воздуха в шине и, тем самым, повышает вероятность выполнения боевой задачи образцом ВАТ при воздействии $\Pi\Phi$ ОО.

В табл. 3 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины величины давления в ресивере.

Как видно из табл. 3, величина давления в ресивере влияет на показатели боестойкой шины в существенно меньшей степени (при изменении давления в ресивере в 2 раза время снижения давления воздуха в шине до атмосферного изменяется на 3—14 %). Отсюда можно сделать вывод о том, что изменением давления в ресивере добиться значительного повышения боестойкости шин невозможно.

В табл. 4 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины величины производительности компрессора.

Данные табл. 4 показывают, что производительность компрессора наиболее существенно влияет на время снижения давления воздуха в шине до атмосферного. Причем это влияние нелинейно возрастает при увеличении количества пробоин в шине от воздействия ПФ ОО. Так, если при одной пробоине в шине время снижения давления воздуха увеличивается на 8 %, при четырех пробоинах оно возрастает на 18 %, а при восьми пробоинах — в 2,5 раза. Кроме того, увеличение производительности компрессора обеспечивает поддержание в шине избыточного давления при большем количестве пробоин, что также повышает боестойкость шин.

В табл. 5 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины величины диаметра трубок, подводящих воздух к шине.

Таблица 4

Влияние производительности компрессора на показатели боестойкой шины

	Производительность компрессора, %							
ПФ ОО 1		00	50		200			
	<i>T</i> , c	$P_{\mathrm{III}}/P_{\mathrm{pec}}$, кПа	T, c	$P_{\rm III}/P_{ m pec}$, кПа	<i>T</i> , c	$P_{\rm III}/P_{ m pec}$, кПа		
1 пуля	107,26	136/145	105,96	112/115	116,08	182/205		
4 пули	26,89	100/113	11,95	100/105	31,83	112/142		
8 пуль	6,79	100/100	6,00	100/100	17,40	100/133		

Таблица 5

Влияние диаметра трубок, подводящих воздух к шине, на показатели боестойкой шины

	Диаметр трубок, подводящих воздух к шине, %							
ПФ ОО		100		50		200		
	<i>T</i> , c	$P_{\rm III}/P_{ m pec}$, кПа	T, c	$P_{\rm III}/P_{ m pec}$, кПа	T, c	$P_{\rm III}/P_{ m pec}$, кПа		
1 пуля	107,26	136/145	118,19	136/235	104,44	136/136		
4 пули	26,89	100/113	52,28	100/203	24,28	100/100		
8 пуль	6,79	100/100	11,07	100/155	5,57	100/100		





Таблица 6

Влияние длины трубок, подводящих воздух к шине, на показатели боестойкой шины

	Длина трубок, подводящих воздух к шине, %							
ПФ ОО	10	100 50		50	200			
	T, c	$P_{\mathrm{III}}/P_{\mathrm{pec}}$, кПа	T, c	$P_{\mathrm{III}}/P_{\mathrm{pec}}$, кПа	T, c	$P_{\mathrm{III}}/P_{\mathrm{pec}}$, кПа		
1 пуля	107,26	136/145	106,63	136/140	108,07	136/151		
4 пули	26,89	100/113	25,87	100/109	28,84	100/120		
8 пуль	6,79	100/100	6,37	100/111	7,38	100/120		

Как видно из табл. 5, диаметр трубок, по которым осуществляется подвод воздуха от компрессора через ресивер к шинам, не влияет на величину давления в шине, которая устанавливается на уровне, который определяется величинами (в основном) производительности компрессора и ПФ ОО. Однако необходимо отметить, что диаметр трубок влияет на скорость выравнивания давлений в ресивере и шине. Поэтому необходимо использовать в конструкции автомобиля максимально возможный диаметр трубок СРДВШ.

В табл. 6 приведены данные по влиянию на характеристики боестойкой шины длины трубок, подводящих воздух к шине.

Как видно из табл. 6, длина трубок СРДВШ незначительно влияет на показатели боестойкой шины.

В настоящей статье также приведены результаты расчетных исследований по оценке влияния про-изводительности компрессора, величины диаметра трубок СРДВШ и самой схемы СРДВШ на показатели боестойких колес образца ВАТ при различных вариантах поражения его ходовой части.

Рассматривались следующие варианты: вариант A — производительность компрессора 100%, диаметр трубок — 100%; вариант B — производительность компрессора 400%, диаметр трубок — 200%; вариант B — производительность компрессора 1000%, диаметр трубок — 200%.

Таблица 7 Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин (2 пробоины = 1 пробоина + 1 пробоина)

	<i>T</i> , c	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	Р _{рес} , кПа
Вариант А	96,28/95,40	112/112	112/112	122/113
Вариант Б	86,76/85,86	182/182	182/182	186/182
Вариант В	64,40/63,18	296/296	296/296	311/297

gz217.indd 15

Таблица 8

Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин (4 пробоины = 2 пробоины + 2 пробоины)

	T, c	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	Р _{рес} , кПа
Вариант А	42,78/41,69	102/102	102/102	113/103
Вариант Б	52,20/51,65	136/136	136/136	141/136
Вариант В	44,13/43,80	203/203	203/203	222/205

В табл. 7—12 приведены результаты расчетов при поражении 2-х колес автомобиля в различных сочетаниях. Причем в табл. 7—9 в числителе приведены данные для используемой в настоящее время на образцах ВАТ системы СРДВШ, а в знаменателе СРДВШ с использованием индивидуального подвода воздуха от ресивера к каждой шине при одинаковом количестве пробоев в разных шинах. В табл. 10—12 приведены результаты расчетов при индивидуальном подводе воздуха от ресивера к каждой шине при различном количестве пробоев в разных шинах.

Анализ приведенных данных показывает, что с увеличением производительности компрессора повышается величина поддерживаемого давления

Таблица 9

Грузовик, 2017, № 2

25.01.2017 16:08:56

Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин (8 пробоин = 4 пробоины + 4 пробоины)

	Т, с	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	Р _{рес} , кПа
Вариант А	10,28/9,70	101/101	101/101	114/102
Вариант Б	27,20/26,96	112/112	112/112	118/112
Вариант В	27,30/27,08	148/148	148/148	171/150



Таблица 10

Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин (4 пробоины = 1 пробоина + 3 пробоины)

	Т, с	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	Р _{рес} , кПа
Вариант А	19,50	142	101	133
Вариант Б	74,02	173	123	153
Вариант В	50,36	258	183	239

Таблица 11

Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин

(8 пробоин = 1 пробоина + 7 пробоин)

	<i>T</i> , c	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	$P_{ m pec},$ кПа
Вариант А	6,52	239	101	186
Вариант Б	72,27	171	105	143
Вариант В	47,44	246	132	209

Таблина 12

Влияние характеристик СРДВШ на показатели боестойкости при поражении двух шин (8 пробоин = 2 пробоины + 6 пробоин)

	Т, с	Р _{ш1} , кПа	Р _{ш2} , кПа	Р _{рес} , кПа
Вариант А	7,26	161	101	149
Вариант Б	46,53	133	106	125
Вариант В	36,82	190	133	184

в шине после воздействия ПФ ОО. Причем стандартный компрессор может поддерживать избыточное давление в шине лишь при одной-двух пробоинах. При большем количестве пробоин в первой шине или при двух пробоинах в разных шинах давление в них стремится к атмосферному. При компрессоре, производительность которого составляет 10-кратную величину, можно поддерживать избыточное давление в шинах даже при восьми пробоинах. Исследования показали, что давление в шинах будет более высоким, если пробоины распределятся по колесам более равномерно, что маловероятно. Для решения этой проблемы необходима разработка системы управления СРДВШ с индивидуальным подводом

Грузовик, 2017, № 2

воздуха к шинам, которая обеспечивала бы распределение воздуха в системе в соответствии с количеством пробоин с целью выравнивания давления по колесам автомобиля.

Выводы

- 1. Используя вновь разработанную математическую модель воздействия поражающих факторов обычного оружия на колесный движитель, включенную в состав программного комплекса, впервые получены закономерности изменения характеристик боестойких колес от их конструктивного исполнения и различных вариантов повреждений.
- 2. Величина объема, занимаемого в шине внутренней дополнительной опорой, в значительной степени влияет на время снижения давления в шине от номинального до атмосферного (на 25—50 %). ВДО должна быть спроектирована таким образом, чтобы выполнить свою функцию по ограничению прогиба шины при воздействии ПФ ОО и, одновременно, занимать как можно меньший объем.
- 3. Производительность компрессора в наибольшей степени влияет на время снижения давления воздуха в шине до атмосферного. Причем это влияние нелинейно возрастает при увеличении количества пробоин в шине от воздействия ПФ ОО. Кроме того, увеличение производительности компрессора обеспечивает поддержание в шине избыточного давления при большем количестве пробоин, что также повышает боестойкость колес.
- 4. Объем ресивера также влияет на время снижения давления в шине от номинального до атмосферного (от 13 до 57 % в зависимости от количества пробоин в колесе). Увеличение объема ресивера в прогрессивной степени удлиняет процесс снижения давления воздуха в шине и, тем самым, повышает вероятность выполнения боевой задачи образцом ВАТ при воздействии ПФ ОО.
- 5. Диаметр трубок, подводящих воздух к шине, влияет на скорость выравнивания давлений в ресивере и шине. Поэтому необходимо использовать в конструкции автомобиля максимально возможный диаметр трубок СРДВШ.
- 6. Необходима разработка системы управления СРДВШ с индивидуальным подводом воздуха к шинам, которая обеспечивала бы распределение воздуха в системе в соответствии с количеством пробоин с целью выравнивания давления по колесам автомобиля.







УДК 436.03.001

П. Р. Вальехо Мальдонадо, канд. техн. наук, доцент, e-mail: perm@rambler.ru,

С. В. Смирнов, канд. техн. наук, доцент, Московский политехнический университет, e-mail: smirnof61@mail.ru, **H. Д. Чайнов,** д-р техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, E-mail: ndchainov@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ V-ОБРАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ С УГЛОВЫМ СМЕЩЕНИЕМ ШАТУННЫХ ШЕЕК РЯДОМ РАСПОЛОЖЕННЫХ ШАТУНОВ

В статье рассматривается методика определения нагрузки на коренные шейки V-образного 6-цилиндрового четырехтактного двигателя с углом развала цилиндров 90° и угловым смещением шатунных шеек рядом расположенных шатунов. Приведены формулы, позволяющие описать и проанализировать возникающие нагрузки на коренные шейки и их подшипники от реакций тангенциальных и радиальных сил и центробежных сил инерции вращающихся масс отдельных цилиндров для любого заданного значения угла смещения шатунных шеек рядом расположенных шатунов и угла развала цилиндров.

Ключевые слова: угловое смещение шатунных шеек, равномерное чередование вспышек, V-образный двигатель, угол развала цилиндров.

The article considers the method of determining the load on the main journals of the V-type 6-cylinder four-stroke engine with the 90° angle of the cylinders and the angular displacement of the crank pins of adjacent rods. The article gives equations enabling to describe and analyze loads on the main journals and their bearings from tangential and radial forces and from centrifugal forces of the inertia of the rotating masses of the individual cylinders for any given value of the angle of displacement of crank pins of adjacent rods and the angle of cylinders.

Keywords: angular displacement of the crank pins, uniform alternating flashes, V-engine, angle of cylinders.

Распространенным способом повышения габаритной мощности автомобильных двигателей является применение V-образной схемы расположения цилиндров с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ), имеющим общую для двух смежных цилиндров шатунную шейку. Однако во многих случаях такая конструкция не обеспечивает равномерного чередования вспышек в цилиндрах двигателя, что ведет к усилению его вибраций и излучаемого им структурного шума.

Равномерное чередование вспышек в V-образном двигателе, как известно, можно обеспечить смещением шатунных шеек смежных цилиндров на определенный угол (рис. 1 и рис. 2).

V-образные двигатели с четным числом i цилиндров и смещением шатунных шеек смежных цилиндров на угол $\Delta \gamma = \frac{360^{\circ}}{0.5i} - \gamma_{\rm II}$ обеспечивают равномерное чередование вспышек при любом угле $\gamma_{\rm II}$ развала цилиндров. В таком двигателе коленчатый вал становится неполноопорным. При расчете нагрузок на его коренные шейки i-я коренная шейка вала

нагружается реакциями со стороны коренного подшипника, вызванными действием сил от (i-1)-го

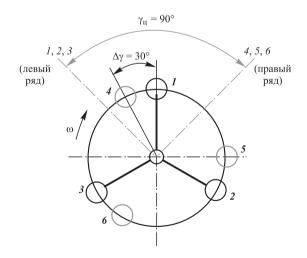


Рис. 1. Коленчатый вал со смещенными шатунными шейками, обеспечивающий равномерную работу V-образного 6-цилиндрового четырехтактного двигателя с углом развала цилиндров 90° (1, 2, ..., 6— номера цилиндров двигателя от носка коленчатого вала)



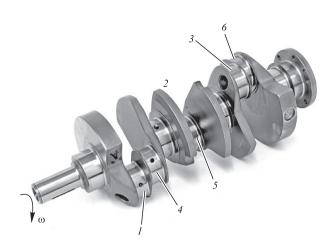


Рис. 2. Общий вид коленчатого вала со смещенными шатунными шейками

и i-го кривошипов левого ряда цилиндров, а также (i-1)-го и i-го кривошипов правого ряда цилиндров (рис. 3; сами реакции на рисунке не показаны).

Реакции i-го коренного подшипника в тангенциальном (T) и радиальном (R) направлениях со стороны поршней (i-1)-х и i-х цилиндров левого и правого рядов определяются следующими формулами:

$$\begin{split} P_{T_{(i-1)\pi}}'' &= -P_{T_{(i-1)\pi}} \left(\frac{l'}{L} \right); \quad P_{T_{i\pi}}'' &= -P_{T_{i\pi}} \left(\frac{l''}{L} \right); \\ P_{T_{(i-1)1}}'' &= -P_{T_{(i-1)1}} \left(\frac{l''}{L} \right); \quad P_{T_{i1}}' &= -P_{T_{i1}} \left(\frac{l'}{L} \right); \\ P_{K_{(i-1)\pi}}'' &= -P_{K_{(i-1)\pi}} \left(\frac{l'}{L} \right); \quad P_{K_{i\pi}}' &= -P_{K_{i\pi}} \left(\frac{l''}{L} \right); \\ P_{K_{(i-1)1}}'' &= -P_{K_{(i-1)1}} \left(\frac{l''}{L} \right); \quad P_{K_{i1}}' &= -P_{K_{i1}} \left(\frac{l'}{L} \right). \end{split}$$

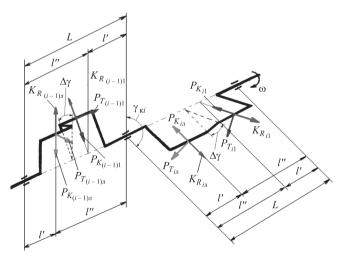


Рис. 3. Схема нагружения кривошипов коленчатого вала со смещенными шатунными шейками

Один штрих (верхний индекс) в обозначении реакции силы, действующей на коренную шейку, соответствует силе, приложенной со стороны цилиндров левого и правого рядов, следующих за коренной шейкой; два штриха обозначают реакцию, приложенную со стороны цилиндров, предшествующих коренной шейке.

Центробежные силы инерции вращающихся масс отдельных цилиндров считаются действующими в направлении радиальных сил P_K и в отсутствие противовесов определяются формулой

$$K_R = -(m_{\text{IIIII}} + m_{\text{III}} + m_{\text{IIIK}})R\omega^2 = -m_R R\omega^2,$$

где $m_{\text{шш}}$ — масса шатунной шейки; $m_{\text{ш}}$ — неуравновешенная масса щеки, приведенная к радиусу R кривошипа; $m_{\text{шк}}$ — часть массы шатуна, совершающая вращательное движение.

Согласно схеме, представленной на рис. 3, реакции этих сил, нагружающие i-ю коренную шейку, можно определить по формулам

$$\begin{split} K_{R_{(i-1)_{\Pi}}}'' &= -K_{R_{(i-1)_{\Pi}}} \left(\frac{l'}{L}\right); \quad K_{R_{i_{\Pi}}}' = -K_{R_{i}} \left(\frac{l''}{L}\right); \\ K_{R_{(i-1)1}}'' &= -K_{R_{(i-1)1}} \left(\frac{l^{"}}{L}\right); \quad K_{R_{i1}}'' = -K_{R_{i1}} \left(\frac{l''}{L}\right), \end{split}$$
 где $L = l_{\text{кии}} + 2l_{\text{шии}} + 2b_{\text{щ}} + b_{\text{шм}} \text{ (рис. 4)}; \\ l' &= \frac{l_{\text{кии}}}{2} + b_{\text{ш}} + \frac{l_{\text{шии}}}{2}; \ l'' = L - l'; \ l' = l'; \ l'' = l''. \end{split}$

Просуммируем реакции сил, действующие на i-ю коренную шейку со стороны коренного подшипника. Углу развала ближайших к шейке кривошипов левого ряда цилиндров $\gamma_{\rm K}$ присвоим номер расчетной шейки ($\gamma_{\rm K}i$). Координатную систему свяжем с направлением (i-1)-го кривошипа левого цилиндра (рис. 5).

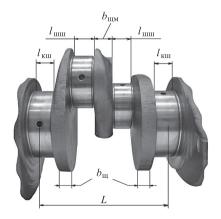


Рис. 4. Кривошип бензинового двигателя M122 V-6×90°, устанавливаемого на легковом автомобиле Mercedes-Benz модели E280*Sport Kat



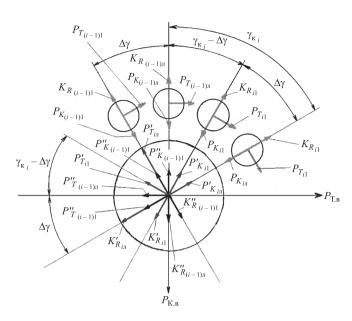


Рис. 5. Плоская схема нагружения i-й коренной шейки, расположенной между (i — 1)-и и i-и кривошипами

Как следует из рис. 5, суммарная проекция реакций сил на координатную ось $P_{T,\mathrm{B}}$, перпендикулярную (i-1)-му кривошипу левого цилиндра:

$$T_{\Sigma \text{KIII}_{i}} = P_{T_{(i-1)\pi}}'' - K_{R_{i\pi}}' \sin \gamma_{K_{i}} + P_{T_{(i-1)1}}'' \cos \Delta \gamma - K_{R_{i1}}' \sin \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right) + K_{R_{(i-1)1}}'' \sin \Delta \gamma - P_{K_{i\pi}}' \sin \gamma_{K_{i}} - P_{K_{i1}}' \sin \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right) + P_{K_{(i-1)1}}'' \sin \Delta \gamma + P_{T_{i\pi}}' \cos \gamma_{K_{i}} + P_{T_{i1}}'' \cos \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right).$$
(1)

Суммарная проекция реакций сил на координатную ось $P_{K,B}$, направленную по (i-1)-му кривошипу левого цилиндра:

$$\begin{split} K_{\Sigma \text{KIII}_{i}} &= P''_{K_{(i-1)\pi}} + P''_{K_{(i-1)1}} \cos \Delta \gamma + P'_{T_{i\pi}} \sin \gamma_{K_{i}} + \\ &+ P'_{T_{i1}} \sin \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right) - P''_{T_{(i-1)1}} \sin \Delta \gamma + K'_{R_{i\pi}} \cos \gamma_{K_{i}} + \\ &+ K'_{R_{i1}} \cos \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right) + K''_{R_{(i-1)\pi}} + K''_{R_{(i-1)1}} \cos \Delta \gamma + \\ &+ P'_{K_{i\pi}} \cos \gamma_{K_{i}} + P'_{K_{i1}} \cos \left(\gamma_{K_{i}} - \Delta \gamma \right). \end{split}$$

Результирующая сила $R_{\text{кш}}$, действующая на коренную шейку, определяется по формуле

$$R_{\text{KIII}_{i}} = \sqrt{T_{\Sigma \text{KIII}_{i}}^{2} + K_{\Sigma \text{KIII}_{i}}^{2}}.$$
 (3)

Полярную диаграмму нагрузок на коренную шейку строят обычно, располагая кривошип левого цилиндра вертикально. Вращение коренной шейки заменяется вращением цилиндров двигателя вокруг оси коленчатого вала в сторону, противоположную вращению вала. Положение координатных осей, используемых для построения диаграммы нагрузок на коренную шейку, связывается с положением кривошипа левого ряда цилиндров, а начало координат (в центре коренной шейки) служит полюсом диаграммы (рис. 6—9).

На рис. 6—9 представлены полярные диаграммы и развернутые по углу поворота кривошипа диаграммы нагрузок на первую, вторую, третью и четвертую коренные шейки коленчатого вала V-образного 6-ци-

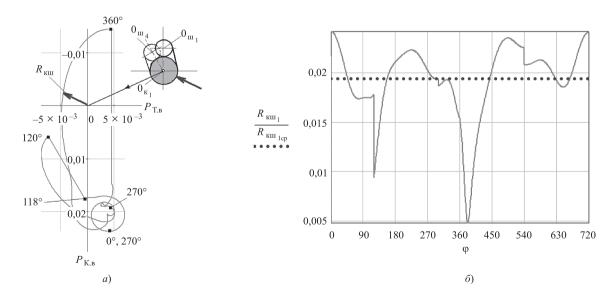


Рис. 6. Диаграмма нагрузок, МН, на первую коренную шейку 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах



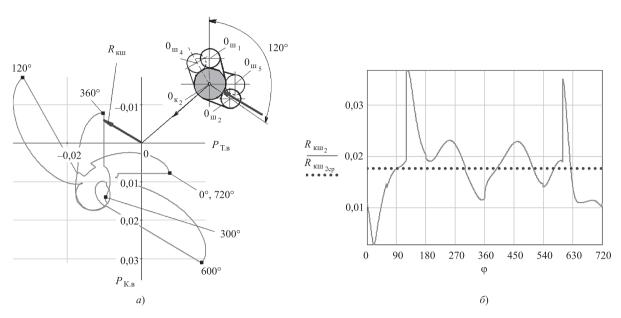


Рис. 7. Диаграмма нагрузок, МН, на вторую коренную шейку 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах

линдрового двигателя с углом развала цилиндров 90° и смещенными на 30° шатунными шейками смежных цилиндров (R=0.03675 м; D=0.0899 м — диаметр цилиндра; n=5700 мин $^{-1}$ — частота вращения коленчатого вала; $\lambda=0.2386$ — отношение радиуса R кривошипа к длине шатуна). На всех диаграммах можно обнаружить большие петли, которые отвечают рабочим ходам в цилиндрах, нагружающих указанные коренные шейки.

Развернутые диаграммы нагрузок показывают, что при практически одинаковой для всех коренных шеек средней за цикл нагрузке максимальные давления наблюдаются у второй и третьей шеек, нагружаемых каждая четырьмя цилиндрами.

На рис. 10 представлены условные диаграммы износа второй и четвертой коренных шеек коленчатого вала такого двигателя, полученные по методике [2].

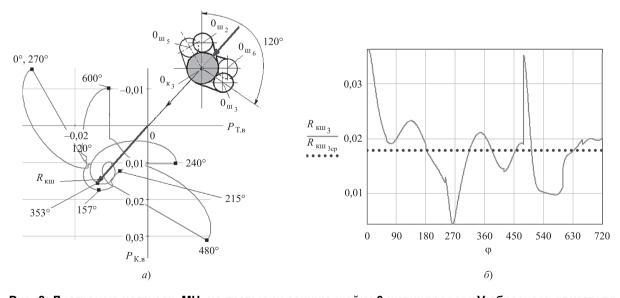


Рис. 8. Диаграмма нагрузок, МН, на третью коренную шейку 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах



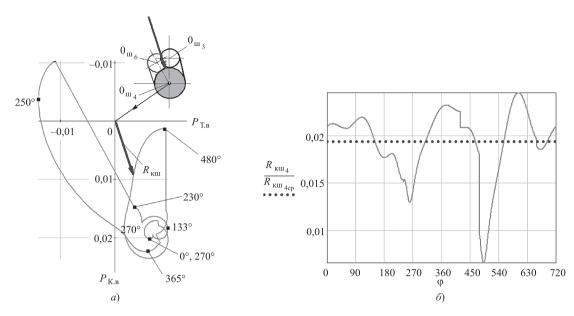


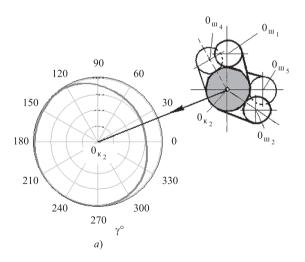
Рис. 9. Диаграмма нагрузок, МН, на четвертую коренную шейку 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах

Нагрузка на коренной подшипник со стороны коренной шейки коленчатого вала в каждый момент времени равна по величине и противоположна по направлению реакции на нее со стороны подшипника, действующей на коренную шейку. Величина этой реакции и направление ее относительно коренной шейки для любого угла поворота кривошипа определяются формулами (1)—(3). С помощью полярной диаграммы можно определить степень нагруженности отдельных участков поверхности коренного подшипника.

Начало координат совместим с центром коренного подшипника (рис. 11), ось $P_{T,\Pi}$ расположим в плоскости разъема подшипника перпендикулярно оси коленчатого вала, ось $P_{K,\Pi}$ проведем перпендикулярно плоскости разъема подшипника. Положительные направления $P_{T,\Pi}$ и $P_{K,\Pi}$ выберем согласно рис. 11.

Суммарная проекция сил на координатную ось $P_{\mathrm{T.\Pi}}$ (рис. 11), расположенную в плоскости разъема подшипника:



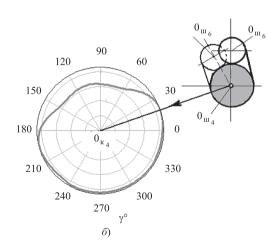


Рис. 10. Условные диаграммы изнашивания коренных шеек вала 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — второй шейки; б — четвертой шейки (у — угловая координата точек поверхности шейки)



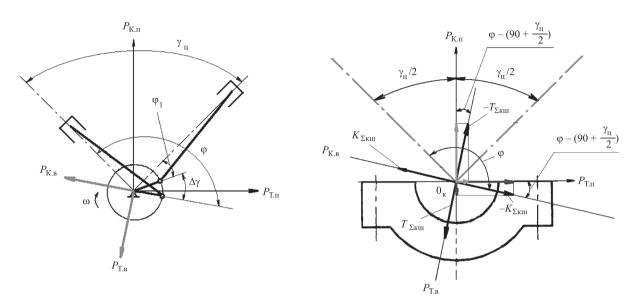


Рис. 11. К расчету нагрузок на коренной подшипник V-образного двигателя со смещением шатунных шеек смежных цилиндров на угол $\Delta\gamma$

$$\begin{split} T_{\Sigma \text{KII}} &= -T_{\Sigma \text{KIII}} \sin \left[90^{\circ} - \left(\phi - \frac{\gamma_{\text{II}}}{2} \right) \right] + \\ &+ K_{\Sigma \text{KIII}} \cos \left[90^{\circ} - \left(\phi - \frac{\gamma_{\text{II}}}{2} \right) \right]. \end{split}$$

Точно также суммарная проекция сил на координатную ось $P_{\rm K.n.}$, перпендикулярную плоскости разъема подшипника:

$$K_{\Sigma \text{KII}} = T_{\Sigma \text{KIII}} \cos \left[90^{\circ} - \left(\phi - \frac{\gamma_{\text{II}}}{2} \right) \right] + K_{\Sigma \text{KIII}} \sin \left[90^{\circ} - \left(\phi - \frac{\gamma_{\text{II}}}{2} \right) \right].$$

P_{K,II} 0_{κ₁} 90°

0,01 0,01 118°

-0,02 -0,01 0 0,01 0,02 P_{T,II} 500°

236° 361°

Результирующая сила, действующая на коренной полшипник:

$$R_{\mathrm{K}\Pi} = \sqrt{T_{\Sigma\mathrm{K}\Pi}^2 + K_{\Sigma\mathrm{K}\Pi}^2}.$$

На рис. 12—15 представлены полярные и развернутые по углу поворота кривошипа диаграммы нагрузок соответственно на первый, второй, третий и четвертый коренные подшипники коленчатого вала 6-цилиндрового V-образного двигателя с углом развала цилиндров 90° и смещенными на 30° шатунными шейками смежных цилиндров ($R = 0.03675 \,\mathrm{m}$; $D = 0.0899 \,\mathrm{m}$; $n = 5700 \,\mathrm{muh}^{-1}$; $\lambda = 0.2386$).

На полярных диаграммах равенство векторов нагрузки на вал и его подшипник (и противоположная их направленность) обнаруживается при совмеще-

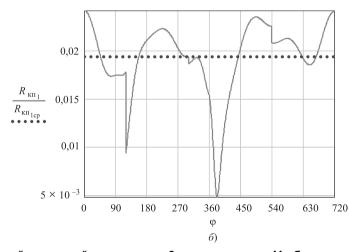


Рис. 12. Диаграмма нагрузок, МН, на первый коренной подшипник 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах



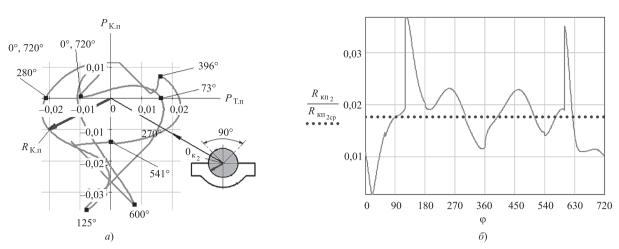
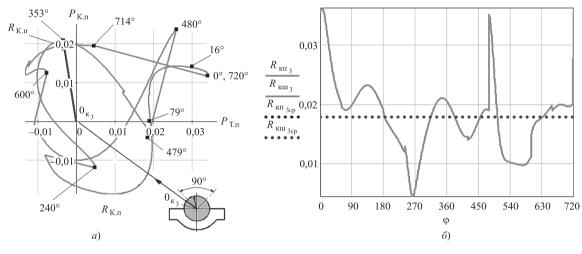


Рис. 13. Диаграмма нагрузок, МН, на второй коренной подшипник 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах



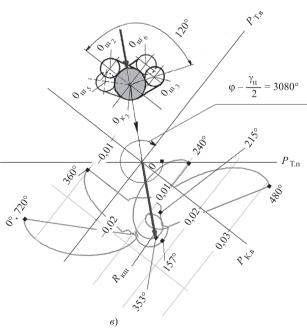


Рис. 14. Диаграмма нагрузок, МН, на третий коренной подшипник 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах; ϵ — полярная диаграмма нагрузок на третью коренную шейку, повернутая вокруг полюса по ходу часовой стрелки на 308°





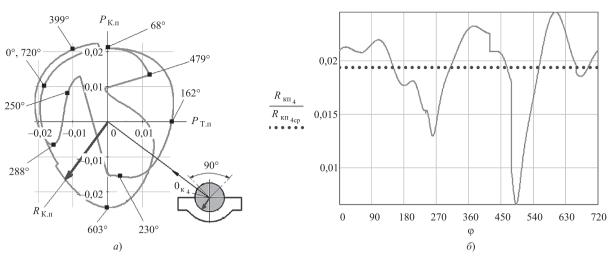


Рис. 15. Диаграмма нагрузок, МН, на четвертый коренной подшипник 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — в полярных координатах; δ — в прямоугольных координатах

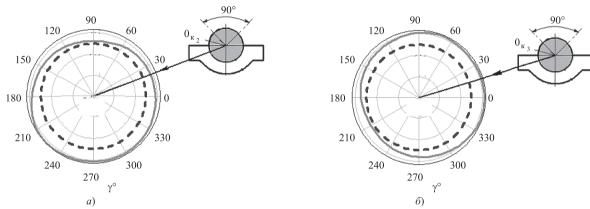


Рис. 16. Условные диаграммы изнашивания коренных подшипников 6-цилиндрового V-образного двигателя со смещенными шатунными шейками смежных цилиндров:

a — второго подшипника; δ — третьего подшипника; γ — угловая координата точек поверхности подшипника

нии координатных осей таких диаграмм для шейки и подшипника при последующем повороте диаграммы, связанной с валом, в сторону его вращения на угол $\phi-0.5\gamma_{\rm II}$. Здесь $0.5\gamma_{\rm II}$ учитывает взаимное положение одноименных координатных осей при $\phi=0$.

Так, вектор $R_{\rm KIII}$ (см. рис. 8,a) будет направлен строго противоположно вектору $R_{\rm KII}$ (см. рис. 14,a), если диаграмму нагрузок на коренную шейку повернуть вокруг полюса по ходу часовой стрелки на соответствующий дан-

ным векторам угол $\phi - \frac{\gamma_{\rm II}}{2} = 353^{\circ} - 45^{\circ} = 308^{\circ}$ (рис. 14 ϵ). Сравнение полярных диаграмм нагрузок на ко-

Сравнение полярных диаграмм нагрузок на коренные подшипники и коренные шейки коленчатого вала показывает, что рабочая поверхность коренных подшипников нагружается более равномерно, чем поверхность шеек. Это подтверждают и представленные на рис. 16 условные диаграммы изнашивания второго и третьего коренных подшипников коленчатого вала рассмотренного двигателя. Теоретический

Грузовик, 2017, № 2

износ в каждой точке окружности подшипника характеризуется на этих диаграммах радиальным отрезком, заключенным между жирной линией диаграммы и штриховой окружностью, изображающей неизношенную поверхность подшипника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Вальехо Мальдонадо П. Р., Гришин Д. К. Автоматизация расчета износа шатунной шейки коленчатого вала четырехтактного рядного двигателя // Вестник машиностроения. 2009. № 6. C. 11—13.
- 2. Вальехо Мальдонадо П. Р., Гришин Д. К., Чайнов Н. Д. Кинематический и динамический расчеты кривошипношатунного механизма с прицепным шатуном V-образного двигателя внутреннего сгорания с применением программы Mathcad: Учебно-методическое пособие для выполнения практических и лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов. М.: МГМУ "МАМИ", 2012. 120 с.
- 3. Григорьев М. А., Долецкий В. А., Желтякоа В. Т., Субботин Ю. Г. Обеспечение качества транспортных двигателей / Под. ред. М. А. Григорьева. Т. 1. М.: Изд-во Стандартов, 1998. 632 с.







УДК 621.436

С. А. Зыков, канд. техн. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет МСХА имени К. А. Тимирязева

E-mail: zykov.sa@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И ОБВОДНЕННОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА (ЧАСТЬ 1)

Проведено комплексное экспериментальное исследование загрязненности дизельного топлива для дизельных двигателей автомобильной и сельскохозяйственной техники. С целью изучения эффекта растворимости влаги атмосферного воздуха в топливе испытаны макеты топливной системы автомобиля. Проведены испытания фильтрующих элементов тонкой очистки топлива серийной и усовершенствованной конструкций. Показано, что усовершенствованный фильтрующий элемент имеет ресурс, превышающий ресурс серийного фильтра в 1,62 раза.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, загрязненность топлива, содержание воды в топливе, фильтрующий элемент.

Experimental research of contamination of diesel fuel for diesel engines of automobile and agricultural machinery is conducted. Model testing of the fuel system for the vehicle for the purpose of studying the effect of solubility of the atmospheric air moisture in the fuel is conducted. Filter elements of fine filtering of serial and improved designs are tested. It is shown that the improved filter element has a resource exceeding that of the serial filter 1,62 times as much.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, fuel contamination, water content in diesel fuel, filter element.

Протекание процессов подачи топлива в камеру сгорания дизеля и смесеобразования в ней в значительной степени предопределяет качество процесса сгорания и, как следствие, показатели топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизельных двигателей автомобильной и сельскохозяйственной техники [1, 2]. Вместе с тем на эксплуатационные показатели этих двигателей — надежность, долговечность, работоспособность системы топливоподачи — значительное влияние оказывает и качество подаваемого топлива [3, 4]. В частности, загрязненность используемого дизельного топлива предопределяет безотказность и ресурс дизельной топливной аппаратуры, периодичность замены топливных фильтров. В связи с этим актуальным представляется исследование загрязненности дизельного топлива, используемого на транспортных установках.

В процессе такого исследования дизельное топливо заправлялось в автомобили TATPA-815 и ряд других автомобилей при помощи подвижных и стационарных средств заправки [5]. В качестве подвижных средств заправки использовались следующие топливозаправщики: автомобиль-цистерна АЦ-5, 5-375, ATM3-4, AЦ3-4, 4-131, AT3-4-131, AT3-3, 8-53A, AT3-24-52 и ПАЗЗС-3152. В этих средствах заправки внутренняя поверхность цистерн и технологического оборудования оцинкована для защиты от коррозии, имеются также дыхательные клапаны и сетчатые воздушные фильтры. Для тонкой очистки топлива они оснащены фильтрами с фильтрующей диагональю в один слой с тонкостью фильтрации 20—25 мкм и фильтром ФДГ-30 ТМ с нетканым материалом с тонкостью фильтрации 26—30 мкм.

В качестве стационарных средств заправки используются пункты заправки, состоящие из наземных резервуаров емкостью до 10 м³ и топливораздаточных колонок моделей 324, 395М, ТК-40, которые снабжены сетчатым фильтром с размером ячеек 100 мкм [5]. Дизельное топливо к стационарным средствам заправки подавалось в автомобильных цистернах АЦ-9-500A, АЦ-4, 2-130 и АЦ-4, 2-53A обычно в составе автопоезда с прицепами ПЦ-6, 7-8925, ПЦ-5, 6-817, ПЦ-4, 7-762Б и ПЦ-4, 2-754В. Эти цистерны не имеют фильтров тонкой очистки топлива (ФТО), а также оцинкованного покрытия внутренней поверхности резервуара и технологического оборудования.







Таблица 1

Загрязнение дизельного топлива в подвижных средствах заправки

		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				* * * *					
№ п/п	Показатели	Раздаточный стояк (при наливе топлива)		Цистерна (после транспортиров- ки)		Цистерна (отстой)		Сливной патрубок (при сливе)		Раздаточный кран (при заправке)	
		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	Содержание загрязнений, %	0,0046	0,0038	0,0126	0,012	0,068	0,064	0,012	0,011	0,0035	0,0031
2	Количество частиц, шт./мл, размером, мкм										
	15	8000	7600	12 000	11 000	14 000	13 800	6200	6000	10 000	8000
	510	4000	2800	6000	5400	8000	7800	3800	3400	5200	5000
	1015	2100	1800	3200	2800	3800	3600	1800	1600	2400	2200
	1520	1200	800	2000	1800	2000	1800	600	540	1600	1400
	2025	800	600	1200	1100	900	840	400	320	1000	800
	2530	40	120	600	500	400	360	80	60	450	400
	3035	100	60	180	160	240	200	60	40	150	100
	3540	40	20	80	40	160	100	20	18	60	50
	4045	12	8	26	20	80	68	16	8	20	20
	4550	10	6	4	2	30	30	10	4	_	_
	более 50	_	_	_	_	10	9	6	4	_	_
3	Содержание воды, %	0,01	0,02	0,018	0,023	0,8	0,98	0,02	0,025	0,015	0,018

При исследовании гранулометрического состава и массового содержания загрязнений в дизельном топливе все автомобильные цистерны и топливозаправщики заправлялись на нефтебазах. Установлено, что через раздаточный стояк поступает дизельное топливо (табл. 1), содержащее летом 0,0046 % загрязнений с размером частиц от 1 до 50 мкм общим количеством 16 662 шт./мл и содержанием воды до 0,01 %. В процессе транспортировки происходит загрязнение дизельного топлива остаточными загрязнениями, а также атмосферной пылью и влагой.

В результате средняя проба дизельного топлива содержит 0,0126% загрязнений с размером частиц от 1 до 50 мкм, при этом увеличивается общее количество частиц до $25\,290$ и содержание воды до 0,018%. Отстой топлива в цистернах содержит загрязнений до 0,068% с размером частиц более $50\,$ мкм, а воды 0,8%.

Сливается дизельное топливо из цистерн с содержанием загрязнений в средней пробе 0,012 %, раз-

мером частиц от 1 до 50 мкм и содержанием воды до 0,020 %. При заправке автомобилей из подвижных средств дизельное топливо после фильтрации содержит 0,0035 % загрязнений с размером частиц до 40 мкм общим количеством $20\,880$ шт./мл и содержанием воды до 0,015 %.

При наливе топлива в резервуары стационарных средств заправки (табл. 2) через сливные патрубки автоцистерн в результате перемешивания содержание загрязнений увеличивается до 0,032 %, а также увеличивается до 18 636 шт./мл общее количество частиц размером до 50 мкм, а содержание воды достигает 0,020 %. При хранении топлива в резервуарах происходит его отстой, и в средней пробе содержание загрязнений уменьшается до 0,0132 %, содержание воды до 0,016 %, а размер частиц не превышает 45 мкм. В отстое содержание загрязнений увеличивается до 0,0720 %, содержание воды до 0,7 %, при этом размер частиц превышает 50 мкм. При заправке



gz217.indd 26



Таблица 2

Загрязненность дизельного топлива на стационарных средствах заправки (АЗС)

№ п/п	Показатели	Резервуар (при наливе топлива)			Резервуар (при хранении)		овуар той)	Раздаточный кран (при заправке)		
11/11		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	
1	Содержание загрязнений, %	0,032	0,025	0,0132	0,0128	0,072	0,052	0,0035	0,003	
2	Количество частиц, шт./мл, размером, мкм									
	15	8200	7800	6400	6000	16 000	13 000	10 000	9800	
	510	5200	4600	4000	3800	9000	7000	5000	4800	
	1015	2300	2100	1900	1800	4000	3800	2800	2500	
	1520	1500	1400	680	680	2000	1600	1500	1400	
	2025	820	650	420	400	1000	800	900	800	
	2530	440	400	90	90	500	300	500	400	
	3035	120	60	70	60	300	200	100	80	
	3540	50	40	20	8	120	100	60	60	
	4045	20	20	4	2	80	60	20	20	
	4550	6	4	_	_	30	20	_		
	более 50	_	_	_	_	90	80	_	_	
3	Содержание воды, %	0,02	0,028	0,016	0,018	0,7	0,8	0,016	0,018	

дизельного топлива через раздаточный кран содержание загрязнений снижается до 0,0035%, размер частиц не превышает 40 мкм, общее количество частиц достигает $20\,880$ шт./мл, а содержание воды составляет (0,016-0,018%).

В баках машин (табл. 3) содержание загрязнений в результате перемешивания топлива увеличивается до 0,028 %, размер частиц превышает 50 мкм, их количество достигает 17 382 шт./мл, а содержание воды до 0,0173 %. В процессе эксплуатации происходит отстаивание загрязнений и в средней пробе загрязненность снижается до 0,0041 %, размер частиц не превышает 45 мкм, а содержание воды в результате периодического нагрева за счет слива горячего топлива (из топливного насоса высокого давления — ТНВД и форсунок) и охлаждения его в ночное время увеличивается до 0,0192 %.

К фильтру грубой очистки (Φ ГО) топливо поступает той же загрязненности, что и в баке. После прохождения топлива через Φ ГО содержание загрязнений снижается на 0,003 %, а воды до 0,0178 %. Значительное улучшение чистоты дизельного топлива происходит после фильтра тонкой очистки, содержа-

ние загрязнений снижается до 0,0018~%, размер частиц до 35~мкм, а также снижается общее количество частиц до 7660~шт./мл и содержание воды до 0,016~%.

Зимой в пробах дизельного топлива снижается содержание загрязнений вследствие меньшей запыленности воздуха, но увеличивается содержание воды, которое вызывают колебания температуры топлив в баке. На основе выполненных исследований составлен баланс загрязненности дизельного топлива в средствах заправки и в топливных системах импортных дорожно-строительных машин (рис. 1).

При анализе загрязненности дизельного топлива исследован элементный состав загрязнений. В табл. 4, 5 и 6 дана характеристика загрязнений в дизельном топливе. В пробах из раздаточных стояков (см. табл. 4) нефтескладов, производящих залив дизельного топлива в автоцистерны и топливозаправщики, зольность загрязнений составляет 54,20 %. Это объясняется наличием в дизельном топливе большого количества смолистых соединений и поверхностно-активных веществ, которые адсорбируют на своей поверхности частицы атмосферной пыли и продукты коррозии.

Грузовик, 2017, № 2

25.01.2017 16:08:57

gz217.indd 27





Таблица 3

Загрязненность дизельного топлива в баках машин

№ п/п	Показатели	Бак (после заправки)			Бак (при эксплуатации)		ра тонкой стки		сунка нива в бак)
11/11		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	Содержание загрязнений, %	0,028	0,022	0,0041	0,0035	0,0038	0,0032	0,0018	0,0012
2	Количество частиц, шт/мл, размером, мкм								
	15	8000	7500	11 000	10 000	10 500	10 000	4000	3600
	510	4600	4000	5600	5000	5100	5000	2000	1950
	1015	2200	2000	2700	2100	2600	2400	900	800
	1520	1400	1200	1800	1400	1500	1400	400	360
	2025	680	600	1000	960	1000	900	200	200
	2530	300	250	600	500	400	400	120	120
	3035	80	60	300	120	100	100	40	30
	3540	60	50	100	60	50	50	_	_
	4045	40	30	50	20	20	20	_	
	4550	20	1	_	_	_	_	_	
	более 50	2	_	_	_	_		_	
3	Содержание воды, %	0,0139	0,0173	0,018	0,0192	0,0178	0,0181	0,016	0,0168

В загрязнениях основную массу зольной части составляют элементы Fe — продукты коррозии; Si, Ca, Mg, Al — продукты атмосферной пыли; Zn — продукты разрушения оцинкованных поверхностей средств

хранения и транспортирования и Na — результат некачественного удаления мыла нафтеновых кислот при изготовлении топлива, которые удаляются в результате водной промывки.

Остаточные и эксплуатационные Остаточные и эксплуатационные загрязнения, г/т загрязнения, г/т В ТНВД, г/т Раздаточный кран, г/т Фильтры грубой Автоцистерна, г/т и тонкой очистки, г/т Отстой, г/т ЛЕТО Остаточные и эксплуатационные Остаточные и эксплуатационные загрязнения, г/т загрязнения, г/т **5** В ТНВД, г/т Фильтры грубой и тонкой очистки, г/т Автоцистерна, г/т Отстой, г/т АЗС (ПАЗС) Дорожно-строительные работы

ЗИМА

Рис. 1. Баланс загрязненности дизельных топлив в средствах заправки и в топливных системах машин в средней климатической зоне

В цистернах после транспортирования дизельного топлива зольность увеличивается до 50,36 % вследствие увеличения доли продуктов атмосферной пыли (Si, Са, Mg, Al). В цистернах, имеющих антикоррозийное покрытие, зольность также увеличивается за счет доли Zn вследствие разрушения покрытия. В отстое цистерн собираются тяжелые и крупные продукты окисления Fe и вода, а зольность увеличивается до 69,86 %. При сливе дизельного топлива из сливных патрубков цистерн зольность и элементный состав приближаются к значениям, имеющимся при сливе топлива из раздаточного стояка. Фильтры тонкой очистки заправочных

28



Таблица 4

Характеристика загрязнений дизельного топлива в подвижных средствах заправки

№ п/п	Показатель	Раздаточный стояк		Цистерна (после транспор- тирования)		Отстой из цистерн (после транспор- тирования)		Сливной патрубок (при сливе)		Раздаточный кран (при заправке)	
		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	Зольность, %	54,2	51,3	59,36	56,1	69,86	63,2	58,22	54,4	49,18	45,6
2	Элементный состав, %										
	Fe	21,8	19,9	26,12	24,2	32,2	31,06	24,2	22,96	17,2	15,8
	Si	4,28	4,06	3,86	3,78	3,28	3,12	5,06	4,08	4,28	4,06
	Mg	1,96	1,86	2,2	2,09	1,98	1,76	2,18	2,06	2,19	2,16
	Na	7,02	7,68	7,02	7,38	5,28	5,06	7,42	7,72	3,48	3,42
	Ca	2,19	2,02	2,16	1,98	1,78	1,62	2,48	1,96	3,06	2,86
	Al	4,18	4,06	2,08	1,96	2,06	1,98	4,56	4,24	1,26	1,06
	Pb	отс.	отс.	0,96	0,86	2,06	1,98	0,09	0,08	0,6	0,44
	Zn	0,19	1,16	2,09	2,06	3,08	2,96	2,16	2,06	1,2	1,16

цистерн, имеющие тонкость фильтрации 20—30 мкм, удаляют из топлива частицы коррозии Fe и Zn, а также комплексы, содержащие влагу и Na. В результате зольность снижается до 49,18 %. В стационарных средствах заправки (см. табл. 5) зольность загряз-

нений при наливке топлива в резервуары близка к зольности загрязнений наливаемого топлива из раздаточного стояка в подвижные средства заправки, элементный состав изменяется незначительно только вследствие перемешивания топлива.

Таблица 5

Характеристика загрязнений дизельного топлива в стационарных средствах заправки

№	Показатель	Резервуар (при наливе)			Резервуар (при хранении)		Отстой из резервуара		Раздаточный кран (при заправке)	
п/п		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	
1	Зольность, %	56,2	53,7	52,36	51,6	6,2	58,7	50,2	46,6	
2	Элементный состав, %									
	Fe	20,75	18,8	16,3	15,2	30,2	26,3	16,6	13,68	
	Si	4,06	3,82	6,12	5,9	3,08	2,86	5,26	5,08	
	Mg	2,02	1,98	2,06	1,92	1,82	1,8	2,06	1,82	
	Na	6,08	6,2	6,86	7,13	3,86	4,06	0,7	0,82	
	Ca	2,16	2,03	3,08	2,96	1,8	1,78	2,72	2,68	
	Al	3,86	3,6	4,28	4,02	1,86	1,7	0,84	0,76	
	Pb	отс.	отс.	0,07	0,06	0,08	0,09	0,06	0,07	
	Zn	0,16	0,14	0,18	0,15	0,2	0,16	0,11	0,09	





Таблица 6

Характеристика загрязнений в топливных системах машин

No	Показатель	Бак (после	Бак (после заправки)		луатация)	До	ÞΤΟ	После ФТО	
п/п		Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима
1	Зольность, %	54,2	52,8	51,1	49,8	50,16	49,16	46,8	45,12
2	Элементный состав, %								
	Fe	28,14	26,28	20,96	20,06	20,68	19,6	16,8	15,26
	Si	4,85	4,06	4,7	3,8	4,6	3,53	4,2	3,3
	Mg	2,32	2,06	2,12	1,96	1,98	1,86	1,88	1,65
	Na	4,2	4,95	4,12	4,8	4,9	4,8	2,06	2,85
	Ca	2,96	2,86	2,7	2,6	2,6	2,38	2,18	2,02
	Al	3,82	3,76	3,78	3,6	2,12	2,02	1,6	1,42
	Pb	1,06	1,01	1,28	1,09	1,11	0,9	1,08	0,8
	Zn	1,28	1,13	1,12	1,06	0,98	0,88	0,78	0,68

При хранении топлива после отстоя тяжелых продуктов коррозии Fe зольность несколько снижается, но в результате дыхания резервуаров увеличивается доля продуктов атмосферной пыли (Si, Ca, Mg, Al). Крупные частицы Fe, осаждаясь в отстой резервуара, увеличивают тем самым свою долю в загрязнениях до 30,20 %, повышая, таким образом, зольность до 62,2 %. Характеристика загрязнений в пробах дизельного топлива из раздаточного крана (после ФТО с тонкостью фильтрации 30—40 мкм) стационарных средств заправки близка к характеристике загрязнений в пробах топлива из раздаточного крана (после ФТО с тонкостью фильтрации 20—30 мкм) подвижных средств заправки. Характеристика загрязнений в топливных системах автомобилей (см. табл. 6) из баков после заправки свидетельствует о перемешивании топлива, увеличении зольности и увеличении элементов, поднятых из отстоя (Fe). В процессе эксплуатации эти частицы отстаиваются, и характеристика загрязнения топлива приближается к загрязнениям, поступающим из раздаточных кранов средств заправки.

В системе питания происходит очистка топлива от загрязнений Φ ГО и Φ ТО в результате удаления крупных частиц — продуктов коррозии Fe и Zn (продукты же атмосферной пыли, попадающие в топливо из атмосферы, имеют небольшие размеры и проходят через фильтры). Зольность загрязнений уменьшается до 46,80 %. В зимнее время в загрязнениях увеличивается в основном содержание Na (за счет мыл нафтеновых кислот), содержание продуктов

коррозии близко к летнему, а содержание продуктов атмосферной пыли уменьшается.

В результате выполненного исследования можно сформулировать механизм формирования загрязнений в дизельном топливе. Твердые загрязнения в дизельном топливе представляют собой взвеси или суспензии с размером частиц, характеризующих коллоидные и мелкодисперсные системы. Твердые загрязнения состоят из зольных элементов, органической части (сернистые, азотистые и кислородные органические соединения) и структурной влаги. Жидкие загрязнения в дизельном топливе включают воду, смолистые и поверхностно-активные вещества, находящиеся в растворенном состоянии или в виде второй фазы. Свободная вода находится в виде эмульсии с размером глобул воды от долей до единиц микрона. Газообразные загрязнения в дизельном топливе — это воздух, находящийся в растворенном состоянии или в виде микропузырьков с размером до нескольких микрон. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности располагаются на границе раздела топливо — вода и близлежащих слоев топлива. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности имеют размеры до единиц микрона и располагаются в виде колоний.

Загрязнения, содержащие зольные элементы, проникают в дизельное топливо в результате коррозии металлов, износа трущихся пар, вымывания компонентов из прокладочно-уплотнительных материалов и контакта с запыленной атмосферой. Круп-

gz217.indd 30



25.01.2017 16:08:57



ные частицы размером более 20 мкм быстро оседают, а меньшего размера длительное время остаются в дизельном топливе и играют роль центров коагуляции для соединений органического происхождения. Частицы зольного характера адсорбируют на своей поверхности из топлива смолистые, поверхностноактивные вещества и влагу.

Загрязнения органического происхождения остаются в дизельном топливе в виде истинного раствора до известной стадии превращения. Дальнейшее их окисление и уплотнение является причиной их выпадения из топлива в виде твердой фазы. Таким образом, создается коллоидная система топливо — смола. Под влиянием частиц зольного происхождения, воды и поверхностно-активных веществ происходит разрушение коллоидной системы и укрупнение частиц. По мере укрупнения частицы загрязнений оседают.

Таким образом, в дизельном топливе происходит непрерывный процесс образования и разрушения коллоидной системы частиц и их осаждения. Поэтому при длительном хранении не удается достичь полного отстаивания загрязнений. Устанавливается баланс зарождения и отстаивания частиц загрязнений. Для удаления частиц загрязнений нужна фильтрация топлива через пористые перегородки с необходимой для обеспечения работоспособности прецизионных пар тонкостью фильтрации.

Результаты исследования загрязненности дизельного топлива при эксплуатации автомобилей и машин сельскохозяйственного назначения подтверждают теоретические выводы о необходимости разработки средств предотвращения попадания загрязнений в баки машин и дальнейшего совершенствования средств фильтрации топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Свиридов Ю. Б., Малявинский Л. В., Вихерт М. М.** Топливо и топливоподача автотракторных дизелей. Л.: Машиностроение, 1979. 248 с.
- 2. **Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А.** Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для ВУЗов. Второе издание. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.
- 3. **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. Иващенко. М.: Машиностроение, 2013. 784 с.
- Марков В. А., Девянин С. Н., Мальчук В. И. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 360 с.
- 5. **Нефтяные моторные топлива:** экологические аспекты применения / А. А. Александров, И. А. Архаров, В. А. Марков и др. Под ред. А. А. Александрова, В. А. Маркова. М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2014. 691 с.
- 6. Зыков С. А. Методы исследования загрязненности и обводненности дизельного топлива // Грузовик. 2017. № 1. С. 21—31.
- Хаппель Д. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Д. Хаппель, Г. Бреннер. — М.: Мир, 1976. — 630 с.

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

принимает подписку на журнал

"ГРУЗОВИК"

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2017 год

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





УДК 629

В. А. Зорин, д-р техн. наук, профессор, e-mail: madi-dm@list.ru, **В. В. Карташова**, магистрант, e-mail: vic.kartaschowa@yandex.ru, ФГБОУ ВО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)"

ВЛИЯНИЕ ФРЕТТИНГ-КОРРОЗИИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ РЕССОР АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотрены условия возникновения фреттинг-коррозии, вызывающие снижение долговечности рессор грузовых автомобилей на примере KAMA3-6520.

Приведены результаты исследований влияния битумных и силиконовых герметиков на развитие фреттинг-коррозии. Разработаны мероприятия по повышению долговечности рессор в процессе эксплуатации автомобилей.

Ключевые слова: фреттинг-коррозия, долговечность, грузовой автомобиль, битумный герметик, силиконовый герметик.

Conditions of emergence of the fretting-corrosion causing drop of durability of springs of trucks on an example KAMAZ-6520 are considered.

Results of probes of influence of bituminous and silicone sealants on development a fretting — corrosion are given. Actions for increase in durability of springs in use of trucks are developed.

Keywords: fretting-corrosion, durability, truck, bituminous sealant, silicone sealant.

(рисунки 3—5 на 4-й полосе обложки)

Надежность и безопасность движения грузового автомобиля в значительной степени зависят от уровня работоспособности и безотказности рессор.

Одной из основных причин выхода из строя рессор автомобиля в процессе эксплуатации является фреттинг-коррозия — специфический вид коррозионного разрушения, который возникает на сопряженных поверхностях деталей в процессе циклического микропроскальзывания и вибрации.

На развитие фреттинг-коррозии влияют множество факторов, наиболее значимыми из которых можно считать следующие:

- частота колебаний деталей;
- амплитуда относительных перемещений рабочих поверхностей;
 - условия нагружения и величина нагрузки;
- температура окружающей среды, а также ее коррозионная активность;
 - твердость рабочей поверхности детали;
- микрогеометрия контактирующих поверхностей.

По мере развития фреттинг-коррозии происходят изменения шероховатости поверхности, образуются поверхностные микротрещины и каверны.

Для возникновения фреттинг-коррозии достаточны относительные поверхностные перемещения

контактирующих деталей (листов рессоры) с амплитудой 0,025 мкм.

Негативными последствиями фреттинг-коррозии являются:

- 1. Повышение интенсивности изнашивания.
- 2. Снижение усталостной прочности.
- 3. Нарушение плавности и точности перемещений.
- 4. Загрязнение окружающей среды продуктами разрушения.

Все перечисленные факторы влияют на снижение долговечности рессор, повышению вероятности их разрушения и способны вызвать аварийную ситуацию при движении автомобиля.

С величиной амплитуды относительного перемещения контактирующих поверхностей деталей трения при фреттинг-коррозии скорость изнашивания связана почти линейно. Однако это происходит до определенных пределов. Так, например, амплитуда 2,5 мм, при сухом трении является верхним пределом для возбуждения фреттинг-коррозии, а при амплитудах более 0,25...0,30 мм скорость изнашивания снижается, что связано с изменением характера изнашивания. По мнению некоторых исследователей, даже очень малая амплитуда колебаний считается достаточной для инициирования фреттинг-коррозии. В целом увеличение амплитуды относительного

gz217.indd 32





проскальзывания способствует росту скорости изнашивания, что объясняется увеличением общей площади контакта сопрягаемых деталей, подвергающейся в процессе изнашивания окислению. Обычно величина износа при фреттинг-коррозии прямо пропорциональна амплитуде скольжения, однако в ряде случаев наблюдается и параболическая зависимость (наибольшее увеличение скорости изнашивания происходит при амплитуде более 0,10...0,15 мм, когда начинают проявляться процессы схватывания).

Увеличение частоты колебаний деталей трения обычно также ускоряет изнашивание, но при достижении частотой определенного значения происходит снижение активности отдельных факторов (окислительные процессы, наклеп и др.), что приводит к уменьшению скорости изнашивания. Максимальная амплитуда перемещения в сопряжении неподвижных соединений, подвергающихся фреттингкоррозии, зависит от совпадения частоты колебания машины и собственной частоты колебания детали.

Коррозионная активность, уровень влажности и температура окружающей среды определяют скорость формирования и свойства окисных пленок в зоне трения и, таким образом, определяют интенсивность процесса изнашивания (рис. 1). Как следствие, повреждения деталей в результате фреттинг-коррозии, отмечаемые в зимний период, более масштабные, чем летом.

Увеличение температуры окружающей среды в ряде случаев приводит к увеличению глубины повреждений, что обусловлено активизацией адгезионного взаимодействия трущихся поверхностей деталей в зоне фактического контакта. В этих случаях можно добиться снижения износа путем формирования на рабочих поверхностях деталей окис-

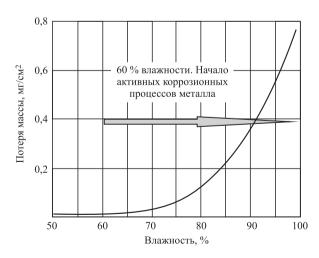


Рис. 1. Зависимость изнашивания при фреттинг-коррозии от влажности https://yandex.ru/images/

ных пленок, которые препятствуют схватыванию на фактических пятнах контакта.

Проведенные в МАДИ экспериментальные исследования позволили установить влияние на интенсивность коррозионного изнашивания рессор автомобиля КАМАЗ-6520 ряда эксплуатационных факторов: влажности и химической активности среды, исходного состояния рабочих поверхностей деталей, видов применяемых герметиков.

В ходе проведения эксперимента на коррозионную стойкость металлических пластин рессоры автомобиля КАМАЗ-6520 были получены результаты, которые приведены на рис. 2. Исходя из этих данных, можно прийти к выводу о том, что в условиях повышенной влажности рессоры подвержены коррозионным разрушениям намного быстрее.

На рис. 3 показан фрагмент поверхности листа рессоры без дополнительной обработки. На рис. 4 и 5 — прошедшие обработку противокоррозионными герметиками.

На этих рисунках показано коррозионное разрушение каждого из образцов. Исходя из полученных результатов можно прийти к выводу о том, что наиболее сильное разрушение коррозией происходит на металле без какой-либо обработки. Далее по степени разрушения следует образец, прошедший обработку силиконовым герметиком, а за ним — обработанный битумным герметиком.

Таким образом, благодаря обработке противокоррозионными герметиками, можно обеспечить значительное снижение интенсивности коррозионного разрушения рабочих поверхностей деталей по сравнению с образцами, не прошедшими обработку.

Традиционные методы ремонта рессор грузовых автомобилей предусматривают восстановление их

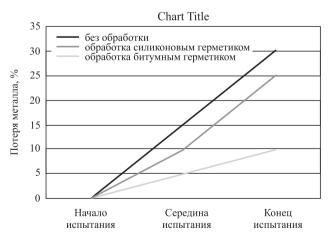


Рис. 2. Закономерности коррозионного изнашивания образцов: без обработки, с обработкой силиконовым и битумным герметиками





работоспособности методом замены поврежденных листов на новые. При этом технологические процессы ремонта не предусматривают устранение очагов фреттинг-коррозии и обработки листов рессор защитными противокоррозионными герметиками. В результате, не выявленные в процессе ремонта коррозионные повреждения отдельных листов рессор продолжают развиваться в процессе эксплуатации и приводят к внезапному аварийному отказу рессоры.

Для защиты деталей автомобилей от коррозионного воздействия окружающей среды применяют герметики — средства на основе полимеров, вулканизирующиеся при температуре окружающей среды (так называемая "холодная вулканизация"), образующие резиноподобный эластичный защитный слой.

Нанесенный на ремонтируемую область герметик затвердевает, образуя защитную мембрану, устойчивую к агрессивным химическим воздействиям окружающей среды, ультрафиолетовым лучам и механическим повреждениям. Благодаря своим свойствам герметики способны надолго сохранять рессоры от разрушения в условиях фреттинг-коррозии и обеспечить необходимый уровень надежности в процессе эксплуатации.

Экспериментальные исследования влияния герметиков на интенсивность коррозионного разрушения рессор проводились в климатической камере в соответствии с требованиями ГОСТ Р9.905—2007.

Сравнительный анализ результатов экспериментов, приведенных на рис. 2, показывает, что на стандартном образце без защитной пленки герметика возникли и начали бурно развиваться коррозионные повреждения в виде раковин, заполненных продук-

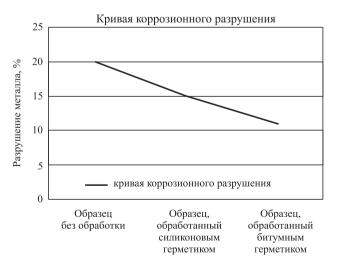


Рис. 6. Анализ коррозионного разрушения образцов: без обработки, с обработкой силиконовым и битумным герметиками

тами коррозии (см. рис. 3). Силиконовый герметик, предварительно нанесенный на поверхность образца, обеспечил значительное сокращение количества коррозионных повреждений детали (см. рис. 4). Битумный герметик полностью изолировал поверхность детали от коррозионного воздействия среды и благодаря этому не допустил формирования коррозионных повреждений материала детали (см. рис. 5).

Полученные данные позволяют сделать вывод, что обработка противокоррозионными герметиками способствует предотвращению коррозионного разрушения поверхностей деталей в процессе эксплуатации.

Битумный герметик защищает рабочие поверхности деталей значительно лучше, нежели силиконовый.

Выводы и рекомендации

Повреждения деталей от фреттинг-коррозии проявляются в виде натиров, раковин и выровов, которые часто заполнены порошкообразными продуктами коррозии, налипаний металла, а также микротрещин. В результате разрушения вследствие фреттинг-коррозии главным признаком является образование на сопрягающихся поверхностях продуктов коррозии в виде налета и мелких язв, а также пятен и порошка.

Интенсивность изнашивания при фреттинг-коррозии увеличивается с ростом нагрузки, амплитуды и частоты колебаний, с возрастанием относительного проскальзывания, изменением объемной температуры.

Применение битумного и силиконового герметиков позволяет защитить металл от коррозионного разрушения, что способствует сохранению работоспособности и долговечности рессор, снижает риск возникновения внезапного отказа и повышает уровень надежности и безопасности автомобиля в процессе эксплуатации.

Результаты исследования также показывают, что битумный герметик, по сравнению с силиконовым, лучше защищает металл от коррозии и не допускает распространения существующих повреждений, создавая эффект "барьера".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Голего Н. А., Алябьев В. Г., Шевеля В. В.** Фреттинг-коррозия металлов. Киев, 1974. 321 с.
- Уотерхауз Р. Б. Фреттинг-коррозия. Л.: Машиностроение, 1976. — 271 с.
- Зорин В. А. Надежность механических систем. М.: Изд-во "ИНФРА-М", 2015. — 380 с.

gz217.indd 34



ПРАКТИКА

УДК 629.621.018

И. К. Данилов, д-р техн. наук, **И. М. Попова**, канд. эконом. наук, ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина E-mail: danilov@sstu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ

При проведении оперативного планирования ремонта сложно точно определить трудоемкость работ. На примере двигателя внутреннего сгорания рассматривается возможность планирования трудоемкости ремонта на основе теории многоуровневых иерархических систем и сетей Петри. Обоснована экспоненциальная зависимость доли восстановления ДВС различных групп от трудоемкости работ, которая учитывает, что часть работ по восстановлению может идти одновременно.

Ключевые слова: двигатель, система, планирование, диаграмма Ганта, сеть Петри, экспоненциальная зависимость.

When conducting operational planning of repair of the volume of work is difficult to define precisely. On the example of an internal combustion engine is considered able to plan maintenance based on the complexity of the theory of multilevel hierarchical systems and Petri nets. Proved the exponential dependence of the fraction recovery engine different groups of labor work, which takes into account that part of the remediation can take place simultaneously.

Keywords: engine, system planning, Gantt charts, Petri nets, the exponential dependence.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) можно рассматривать как систему, состоящую из цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма, системы питания, смазки (компонентов). Взаимодействие компонентов системы можно описывать в непрерывном времени — дифференциальными уравнениями, в дискретном — уравнениями в конечных разностях и нерегулярном (событийном) времени, когда время отсчитывается лишь в моменты происхождения событий, изменяющих состояние. Последний способ характерен для процесса восстановления работоспособности ДВС, как наиболее экономичный, но и непростой с точки зрения аналитического описания.

В процессе восстановления, моделируемая система представляется совокупностью компонентов, обладающих собственными состояниями. Смена состояний может осуществляться заменой деталей, регулировками или другим изменением внутреннего состояния системы. С точки зрения взаимодействия элементов системы не все их состояния равноправны. Целесообразно выделить среди них три класса состояния: системные, сопряженные, внутренние.

Состояния первого класса существенны для планирования ремонтных циклов ДВС. Это некоторая совокупность сопряженных состояний систем и механизмов ДВС, находящихся под воздействием

внешних факторов — производственных условий восстановления работоспособности. Изменение внутренних состояний системы или механизма ДВС отражается непосредственно на функционировании других систем. Эти состояния важны лишь с точки зрения исследования их технического состояния. Исследуемая система представляет собой совокупность процессов, которая в терминах динамического моделирования может быть описана в виде последовательностей взаимодействия с элементами смежных объектов системы.

Для аналитического описания параллельных процессов восстановления систем ДВС и оценки трудоемкости ремонта введем понятие дискретной диаграммы Ганта [1]. Для этого проведем хронометраж времени, в котором рассматривается трудоемкость при обработке j-й детали компонента ДВС, полагая $t^j=0,\Delta^j,2\Delta^j,\ldots$. Определим шаг Δ^j как наибольший общий делитель (НОД) целых чисел $T_i^{\ j},\ i=1,\ldots,r_j,$ где r — число единиц оборудования, на которых обрабатывается j-я деталь:

$$\Delta_i^j = \text{HOД}(T_1^j, ..., T_{r_j}^j).$$
 (1)

Тогда m_i^j — время обработкиj-й детали на i-й единице оборудования, выраженное в единицах $\bar{m}_i^j = T_i^{\ j}/\Delta^j$.



Для связи временных шкал t_j определим шаг дискретизации Δ , общий для всех r деталей:

$$\Delta_i^j = \text{HOД}(\Delta^1, ..., \Delta^r). \tag{2}$$

Соответственно $m_i^j = T_i^{\ j}/\Delta\Delta^j$ есть длительность обработки j-й детали на i-й единице оборудования, выраженная в реальном времени системы. В каждый момент времени k компонент ДВС по отношению kj-й детали находится в некотором состоянии $x^j(n)$. Это состояние для всех компонент ДВС в k-й момент времени всех единиц оборудования системы, участвующих в восстановлении ДВС [2]:

$$x^{j}(n) = \left\{ x_{1}^{j}(n), ..., x_{r}^{j}(n) \right\}, n = 0, 1, 2, ...$$
 (3)

Для моделирования необходимо осуществить "развертку" во времени векторов y_i^j , используя $x_i^j(n)$ в качестве внутренних состояний системы. Используя динамические циклические модели для генерации последовательности состояний, представим состояние элемента системы в момент времени n в виде:

$$x_i^j(n) = \exp(\pi ni/2), n = 0, 1, 2, ...,$$
 где $i = \sqrt{-1}$. (4)

С учетом обработки на i-й единице оборудования j-й детали компонента ДВС с помощью введенного выше числа m_i^j и времени ожидания a_i^j состояние $x_i^j(n)$ можно представить в виде [3]:

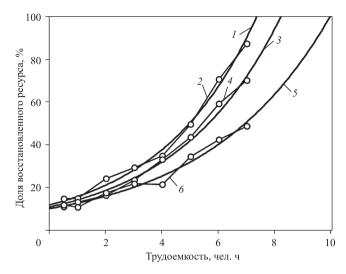
$$x_i^j(n) = c_i^j \exp(2\pi i (n - a_i^j)/m_i^j) + a_i^j, \ n = 0, 1, 2, ... (5)$$

Учет параллельности процесса ремонта позволили обосновать экспоненциальный характер зависимости доли восстановления ДВС от трудоемкости технических воздействий:

$$X_{i}^{j}(n) = C_{i}^{j} e^{\frac{\left(2\pi i \left(n - a_{i}^{j}\right) + a_{i}^{j}\right)}{m_{i}^{j}}},$$
 (6)

где $X_i^{\ j}(n)$ — доля восстановления конкретного ДВС в момент времени $n; C_i^{\ j}$ — остаточный ресурс ДВС перед предупредительным ремонтом (ПР); $m_i^{\ j}$ — время восстановления j-й детали на i-й единице оборудования; $a_i^{\ j}$ — время ожидания обработки j-й детали на i-й единице оборудования; i — число единиц оборудования для восстановления конкретного ДВС.

Для двигателей трех групп, приведенных на рисунке, определены коэффициенты и параметры



Зависимость доли восстановления ресурса ДВС при ПР от трудоемкости:

I — новые ДВС — 25 ед. (X = 11,87 $e^{0.29a}$, R^2 = 0,93); 2, 4, 6 — ломаные линии результатов экспериментальных исследований, по которым аппроксимировали приведенные экспоненциальные зависимости; 3 — ДВС после ПР — 22 ед. (X = 10,91 $e^{0.27a}$, R^2 = 0,91); 5 — ДВС после КР — 21 ед. (X = 10,14 $e^{0.23a}$, R^2 = 0,96)

экспоненциальных зависимостей. При ремонте систем ДВС трудоемкость должна определяться не алгебраической суммой трудоемкостей каждой из них, а экспоненциальной зависимостью.

Таким образом, исследование вопросов, связанных с системной аналитической оценкой технических обслуживаний и ремонта является важным шагом в планировании уровня нормо-часов ремонта для станций технического обслуживания (СТО) и автотранспортных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Виноградов А. Н. Повышение качества подшипников на основе формирования рациональных физикомеханических свойств контактных поверхностных слоев. Дисс. ... д-ра техн. наук. Саратов, 2008.
- Денисов А. С., Данилов И. К. Исследование режима диагностирования кривошипно-шатунной группы дизельных двигателей по толщине масляного слоя. Вестник Саратовского государственного технического университета. 2003. № 1. С. 71—75.
- 3. **Гребенников А. С.** Диагностирование автотракторных двигателей динамическим методом / Монография. Саратов: Изд-во СГТУ. 2002. 196 с.



gz217.indd 36



УДК 62-78

Н. П. Валуев, д-р техн. наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России, Российская Федерация, **Н. В. Никоненков,** канд. техн. наук, с. н. с., ЦНИИчермет им. И. П. Бардина, Российская Федерация, **Л. А. Стасишин,** д-р техн. наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России, Российская Федерация

АВТОМОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ

Приводятся возможности радиационного контроля автотранспорта в динамическом режиме с помощью высокочувствительной дозиметрической системы СИММЕТ при различном расположении источников ИИ и условиях измерения.

Ключевые слова: динамический радиационный контроль, высокочувствительная дозиметрическая система, превышение радиационного фона, радиационная безопасность, радиационная аномалия, радиационная ЧС.

Provides features for radiation control of vehicles in a dynamic mode by using a highly sensitive dosimetry system SIMMET at different location of the sources AI and the conditions of measurement.

Keywords: dynamic radiation sensitive dosimetry system, the excess of background radiation, radiation safety, radiation anomaly, radiation emergency.

В настоящее время одной из актуальных проблем обеспечения радиационной безопасности является проведение эффективного высокопроизводительного мониторинга различных территорий, в том числе городских, а также транспортных коммуникаций. Такая задача решается с использованием высокочувствительных средств дозиметрического контроля, устанавливаемых в автомобилях, движущихся по заданному маршруту на обследуемой территории. Ниже описан автомобильный комплекс, оснащенный высокочувствительной дозиметрической системой СИММЕТ [1, 2].

Комплекс содержит устанавливаемые на автомобильном шасси два пластиковых гамма-детектора прямоугольной формы, размеры чувствительной поверхности которого составляют 200×500 мм, а объем 5 л. Используется съемная конструкция, позволяющая быстро (за 2—3 мин) установить детекторы в автомобиль и произвести их демонтаж. В каждом детекторе используются по два фотоэлектронных умножителя, включенных в схему совпадений. Параметры детекторов отражены в табл. 1.

В состав системы входят блок преобразования и сопряжения, обеспечивающий электрическое питание детекторов, преобразование последовательности импульсов детекторов в коды, передаваемые

по каналу USB в персональный компьютер на базе ноутбука. Питание системы осуществляется от источника постоянного напряжения 10—15 В, которое с помощью адаптеров преобразуется в стабилизированные напряжения 19 В и 12 В.

В рамках опробования комплекса проводилась запись сигналов детектора на различных расстояниях от локального источника Ra-226 до детекторов системы (0,9 м; 1,5 м; 2 м; 3 м). Мощность дозы излучения источника на расстоянии 1 м составляла 40 нЗв/ч. На рис. 1 представлены записи съемки источника, располагаемого на упомянутых расстояниях от детекто-

Таблица Технические характеристики гамма-детекторов

Регистрируемое излучение радионуклидов	Чувствительность к излучению нуклидов имп. ${\rm cm}^2/{\rm k}$ вант		
Cs-137	360		
Am-241	300		
Co-60	310		
Рабочий температурный диапазон, °C	-40+50		
Габариты, мм	760×250×120		







 \bigoplus

БЕЗОПАСНОСТЬ

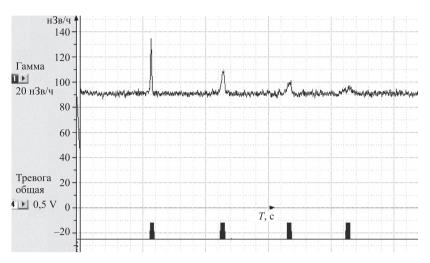


Рис. 1. Запись сигнала на различных расстояниях (0,9 м; 1,5 м; 2 м; 3 м) от источника Ra-226, мощность дозы которого на расстоянии 1 м составляет 40 н3в/ч

ров, и записей сигнала тревоги, свидетельствующего об обнаружении локальной аномалии. Детектор перемещался относительно источника. Видно, что система надежно обнаруживает радиационные аномалии,

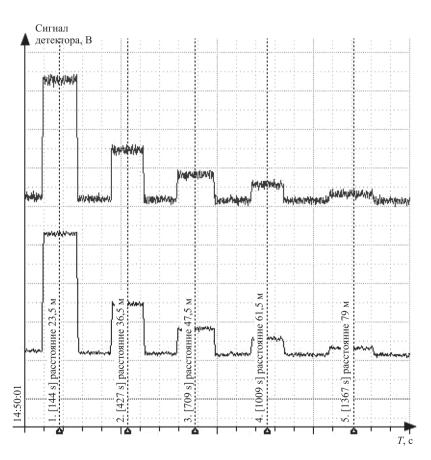


Рис. 2. Записи сигналов детекторов системы при обнаружении источника, расположенного на разных расстояниях до детекторов

надфоновая мощность дозы излучения которых на поверхности детектора не превышает 4 нЗв/ч. По мере удаления источника от траектории перемещения детектора амплитуда сигнала падает приблизительно обратно пропорционально квадрату расстояния до источника. Представленные данные подтверждают возможность выявления радиационных аномалий на различном расстоянии до системы контроля.

Проведены исследования отношения показаний системы к величине мощности эквивалентной дозы (МЭД) источников разного радионуклидного состава. Результаты исследований представлены в табл. 2. Стандартное отклонение измерений не превышало 0,25 нЗв/ч.

Из табл. 2 следует, что система обеспечивает возможность определения МЭД источников разного радионуклидного состава в широком диапазоне энергий. "Ход с жесткостью" не превышает 30 % в диапазоне энергий квантов от 0,06 до 1,25 МэВ.

> Проведены исследования возможности обнаружения локальных источников на относительно больших расстояниях. В экспериментах использовался источник Cs-137 активностью 7 мКи. Регистрировалась мощность дозы излучения при расположении системы с детекторами на различных расстояниях от источника. На рис. 2 представлены записи показаний системы на различных расстояниях от источника. Видно, что система уверенно обнаруживает источник Cs-137 активностью 7 мКи на расстоянии не менее 80 м.

> На рис. 3 представлены гистограммы показаний системы для различных условий контроля. Анализ полученных результатов показывает, что система обеспечивает высокую чувствительность обнаружения (стандартное отклонение показаний при времени усреднения 1 с не превышает 1 н3в/ч).

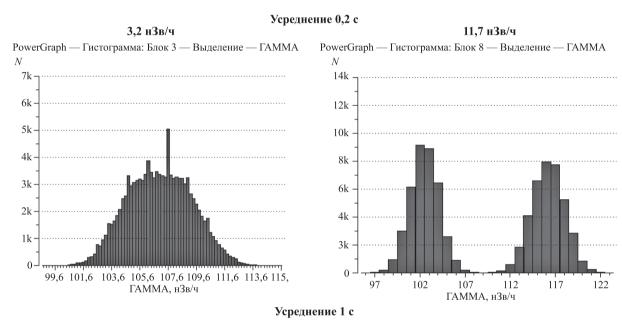
Важным преимуществом использования высокочувствительных систем в режиме автосъемки является возможность фиксации быстрых изменений фона, обусловленных появлением локальных радиационных аномалий



Таблица 2

Результаты измерения мощности эквивалентной дозы разных источников

Радионуклид	Активность, мкКи	Расстояние до детектора, м	МЭД источника, нЗв/ч	Показания за вычетом фона, нЗв/ч	Отношение показаний к МЭД источника
Am-241	3,3	0,5	8,5	6,8	0,8
Cs-137	1,7	1,0	5,3	4,9	0,92
Ra-226	4,4	1,0	40	45	1,12
Co-60	0,24	0,5	11,1	7,4	0,67



PowerGraph — Гистограмма: Блок 3 — Выделение — ГАММА у5 PowerGraph — Гистограмма: Блок 8 — Выделение — ГАММА у5 N14k 12k 6k 10k 5k 8k 4k 6k 3k 2k 1k3k0 102,4 104,4 106,4 108,4 110,4 112,4 114,4 116,4 ГАММА у5, нЗв/ч 104,4 105,4 107,4 109,4

Рис. 3. Гистограммы показаний системы при различных значениях приращения мощности дозы и времени усреднения

39

ГАММА у5, нЗв/ч

25.01.2017 16:08:58





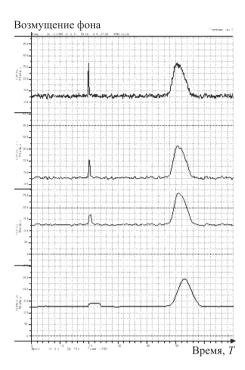


Рис. 4. Запись возмущения радиационного фона длительностью 0,5 с (сигнал слева) и 3 с (сигнал справа). Верхняя запись соответствует времени усреднения 0,2 с; следующая запись — 0,5 с; следующая — 1 с и нижняя — 4 с

(

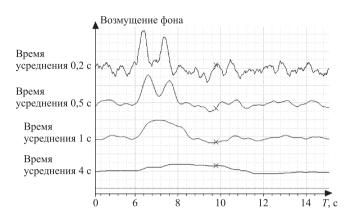


Рис. 5. Запись двух сигналов длительностью 0,5 с. Второй сигнал следует за первым с интервалом 1 с. Верхняя запись соответствует времени усреднения 0,2 с; следующая запись — 0,5 с; следующая — 1 с и нижняя запись — 4 с

вблизи траектории движения автомобиля с детектирующей системой.

На рис. 4 представлены записи возмущений радиационного фона разной длительности: 0,5 с и 3 с при различных значениях времени усреднения: 0,2 с; 0,5 с; 1 с; 4 с. Видно, что для обеспечения надежной фиксации как быстрых, так и относительно медленных изменений фона, что важно при больших

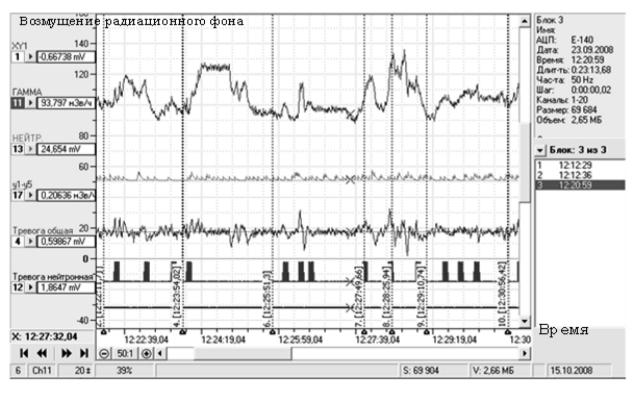
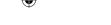


Рис. 6. Запись авто-гамма-съемки при обследовании городской магистрали

40

gz217.indd 40



вариациях скорости движения автомобиля и расстояний до радиационной аномалии, необходимо использовать разные времена усреднения: от нескольких десятых долей секунды до 3—5 с, что возможно только при использовании высокочувствительных систем.

Рис. 5 иллюстрирует возможности системы при регистрации близко расположенных аномалий. Разрешение аномалий возможно при времени усреднения не более 0.5 с.

С помощью мобильного комплекса проведено обследование ряда городских магистралей. На рис. 6 представлены записи сигналов при проезде комплекса по магистрали. Скорость движения автомобиля составляла 25—50 км/ч. Время усреднения для верхних записей составляет 1 с, а для нижних — 4 с.

Анализ результатов измерений показывает, что в процессе движения по маршруту наблюдаются значительные изменения уровня мощности дозы фона от 66 до 160 нЗв/ч. Средние значения мощности дозы

составляют 120 н3в/ч, среднее квадратичное отклонение (СКО) — 27 н3в/ч.

Полученные данные показывают, что использование мобильного комплекса динамического радиационного мониторинга эффективно при высокоскоростном обследовании местности и городских территорий. Возможно выявление местных радиоактивных аномалий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Валуев Н. П., Лысова О. В., Никоненков Н. В., Пушкин И. А. / Радиационный контроль движущихся транспортных средств с помощью высокочувствительных дозиметрических систем // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2011. № 4. С. 36—40.
- 2. Валуев Н. П., Пушкин И. А., Стасишин Л. А. Повышение эффективности контроля наземных транспортных средств с помощью высокочувствительных дозиметрических систем // Грузовик. 2013. № 8. С. 44—47.

"КАМАЗ" на выставке "ИННОПРОМ-2016"

ПАО "КАМАЗ" принял участие в VII Международной промышленной выставке "ИННОПРОМ-2016", которая состоялась в Екатеринбурге.

Участниками крупнейшей выставки стали более двух тысяч руководителей российских и международных компаний, представители институтов развития и органов государственной власти. В их числе — министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров, государственный министр промышленности и торговли Республики Индия Нирмала Ситхараман, губернатор Свердловской области Евгений Куйвашев. В рамках мероприятия состоялось вручение Национальной промышленной премии Российской Федерации "Индустрия".

Международную выставочную площадку в Екатеринбурге посетил генеральный директор ПФО "КАМАЗ" Сергей Когогин.

На "ИННОПРОМЕ-2016" компания представила одну из последних уникальных разработок. Кабина КАМАЗ-2020 — это принципиально новая концепция интерьера, органично сочетающая комфорт и технологии, что позволило создать мультифункциональное пространство для эффективной работы водителя грузового автомобиля. Интерьер кабины может трансформироваться в зависимости от задач, благодаря различным выдвигающимся модулям.

Впервые кабина будущего была представлена в сентябре прошлого года, на международной выставке "КОМТРАНС-2015" в Москве и тогда вызвала большой интерес общественности. Кабина КАМАЗ-2020 — это презентация уникальных опций, которые, в зависимости от пожеланий клиента, компания будет готова предложить к 2020 г.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"







УДК 656.017:006.9 **Б. А. Крамаренко**, доцент, МАДИ E-mail: chizov nik@mail.ru

ИСПОЛНЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ ПО ФЕДЕРАЛЬНОМУ ГОСТЕХНАДЗОРУ

Исполнение государственной функции по Федеральному Государственному техническому надзору (контролю) владельцами транспортных средств (TC), имеющих в собственности или в различных формах владения, пользования или распоряжения TC и осуществляющих перевозочную деятельность, в итоге будет способствовать повышению эффективности надзорной деятельности и, как результат, обеспечение безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: гостехнадзор, технические неисправности, ФЗ "О БДД", ДТП, Госавтоинспекция.

Execution of state function on the Federal State technical supervision (to control) of having in a propert or in the different forms of domain, use or order of TS and carrying out vehicular activity in the total will be instrumental in the increase of effektivno-sti of supervisory activity and, as a result, providing of bezopasno-sti dorozhno¬go motion the proprietors of TS.

Keywords: gostekhnadzor, tekhneispravnosti, FZ "About BDD", DTP, Gosavtoinspekciya.

Исполнение государственной функции по контролю за соблюдением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями требований нормативных правовых актов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) подразделениями Госавтоинспекции МВД России осуществляется в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права, Федеральными законами от 7 февраля 2011 г., № 3-ФЗ "О полиции", от 10 декабря 1995 г. № 1Э6-ФЗ "О безопасности дорожного движения" (ФЗ "О БДД"), Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ), Положением о Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 15 июня 1998 г. № 711, иными указами и распоряжениями Президента Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, Наставлением по техническому надзору Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации, утвержденным приказом МВД России от 7 декабря 2000 г. № 1240, иными федеральными нормативными

правовыми актами, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, принятыми в пределах их компетенции и не противоречащими федеральному законодательству.

Федеральным законом "О полиции" установлено, что обеспечение безопасности дорожного движения входит в число основных направлений деятельности полиции. Обязанности полиции по осуществлению государственного контроля (надзора) за соблюдением правил, стандартов, технических норм и иных требований нормативных документов в области ОБДД закреплены в Федеральном законе "О полиции" (ст. 12, п. 1, подп. 19).

Применяемый до недавнего прошлого (до 25.01.15 г.) Приказ № 1240 "О внесении изменений в конструкцию транспортных средств..." позволял определенным образом, хотя и не без трудностей, успешно регистрировать транспортные средства в подразделениях Госавтоинспекции МВД РФ, что не позволяло затруднять продвижение на рынок услуг, установку и применение газобаллонного оборудования на транспортных средствах.

Положение "О контроле за внесением изменений в конструкцию зарегистрированных в Госавтоинспекции МВД России транспортных средств"





№ 13/5-у-1225 от 25.02.2015 г. до утверждения соответствующих нормативных правовых актов МВД России способствовало началу нового движения в этом правовом поле.

Принятое второе Положение "О контроле за внесением изменений в конструкцию зарегистрированных в Госавтоинспекции МВД России транспортных средств" № 13/5-8230 от 20.11.2015 г. Госавтоинспекции МВД России способствовало разъяснению некоторых позиций, но никакого значительного улучшения в снижении объема оформляемых документов и сокращении временного фактора не произошло.

В целях устранения нарушений, связанных с ДТП по причине технической неисправности с участием и по вине водителей ТС, имеющих в собственности или в различных формах владения, пользования или распоряжения ТС и осуществляющих перевозочную деятельность, следует организовать выполнение следующих мероприятий согласно требованиям Федерального закона РФ "О безопасности дорожного движения": статья 16 "Привести техническое состояние и оборудование транспортных средств в соответствие с требованиями нормативных актов в области обеспечения безопасности дорожного движения"; статья 17 "Провести технический осмотр транспортных средств в установленном порядке и указанные сроки"; статья 18 "Обеспечить техническое обслуживание и ремонт транспортных средств в соответствии с требованиями нормативных правовых актов"; статья 20 "Организовывать работу водителей в соответствии с требованиями, обеспечивающими

безопасность дорожного движения". "Организовать проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, в порядке и сроки, определяемые действующими нормативными документами; ежедневный контроль технического состояния транспортных средств перед выездом на линию и по возвращении к месту стоянки; учет неисправностей транспортных средств и их устранения; использование для перевозки транспортных средств, в том числе специализированных, соответствующих виду перевозки, объемам и характеру перевозимого груза; охрану транспортных средств для исключения возможности самовольного их использования водителями организации, а также посторонними лицами или повреждения транспортных средств". "Вести учет неисправностей транспортных средств". "Обеспечивать соответствие технического состояния транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения и не допускать транспортные средства к эксплуатации при наличии у них неисправностей, угрожающих безопасности дорожного движения".

Проведение перечисленных мероприятий и исполнение государственной функции по Федеральному Государственному техническому надзору (контролю) владельцами ТС, имеющих в собственности или в различных формах владения, пользования или распоряжения ТС и осуществляющих перевозочную деятельность, в итоге будет способствовать повышению эффективности надзорной деятельности и, как результат, обеспечение безопасности дорожного движения.

Сто тягачей для клиента

ПАО "КАМАЗ" поставило первую партию седельных тягачей КАМАЗ-5490 из запланированных ста в адрес корпоративного клиента — Абинского ЭлектроМеталлургического завода.

Поставку 36 единиц техники осуществил официальный дилер автогиганта в Южном федеральном округе — OOO "ГРИФОН". Остальные 64 автомобиля КАМАЗ-5490 были поставлены осенью.

Седельный тягач KAMA3-5490-99010-S5 — одна из новых перспективных моделей, недавно разработанных в компании. Автомобили оборудованы мощным и экономичным 401-сильным двигателем Daimler OM457LA экологического стандарта Евро 5, современными и надежными агрегатами трансмиссии, электронной системой безопасности (EBS, ESP, ASR) и комфортабельной кабиной со спальным местом.

ООО "Абинский ЭлектроМеталлургический завод" — высокотехнологичный металлургический объект в Краснодарском крае. Входит в холдинг "Новоросметалл", в автопарке которого насчитывается более 300 автомобилей марки КАМАЗ.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"





ПРЕСС-ТУР ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • ПРЕЗЕНТАЦИИ

ИТОГИ РАБОТЫ "КАМАЗА" В 2016 Г.

Генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин рассказал об основных событиях и итогах 2016 года.

Глава автогиганта назвал уходящий 2016 г. "непростым, но справедливым". Прошлый, 2015-й, по оценке Сергея Когогина, был существенно сложнее. В целом, российский рынок начал оживляться, и автогигант был готов ответить на спрос предложением.

2016 г. создал "КАМАЗу" условия для роста и запомнится важными событиями. "Во-первых, в феврале мы отметили 40-летие со дня выпуска первого автомобиля "КАМАЗ". Эту радость разделил с нами Президент РФ Владимир Путин", — начал перечисление руководитель автогиганта. Другая веха — март, начало строительства в периметре "КАМАЗа" завода каркасов кабин для грузовиков поколения К5 в сотрудничестве с компанией Daimler. Это первый столь крупный проект со времен строительства самого "КАМАЗа".

В ноябре на прессово-рамном заводе сварен пятитысячный каркас кабины для нового модельного ряда.

В 2016 г. на "КАМАЗе" продолжилась модернизация модельного ряда. С конвейера сошли первые самосвалы КАМАЗ-6580 и КАМАЗ-65802, представители тяжелого ряда семейства перспективных автомобилей, другого уровня комфортности. Помимо этого, компания участвовала в разработке эксклюзивной концепции городской транспортной системы с использованием беспилотных автобусов — проект "ШАТЛ".

Подводя итоги года в целом, Сергей Когогин отметил главный показатель: до 58 % выросла доля предприятия на рынке (против 51 % в 2015 г.). Важно, что удалось вызвать доверие клиентов к новому модельному ряду компании. И сегодня "КАМАЗ" является ключевым игроком на рынке России. "Для нас доля в 58 % — не только преимущество, но и ответственность: мы должны соответствовать ожиданиям "на все сто", — отметил глава компании.

РОСТЕХ ПРИНЯЛ СТРАТЕГИЮ РАЗВИТИЯ "КАМАЗА" ДО 2025 Г.

В Москве состоялось заседание Совета директоров ПАО "КАМАЗ". Совет директоров рассмотрел итоги работы группы организаций ПАО "КАМАЗ", утвердил Бизнес-план компании на 2017 г., а также утвердил Программу стратегического развития ПАО "КАМАЗ" на период до 2025 г.

В соответствии с Бизнес-планом на 2017 г. компания намерена реализовать в следующем году 36 тыс. автомобилей, из них 30 000 — на российском рынке, 6 000 — на рынках зарубежных стран. Чистая прибыль планируется в размере 1 229 млн руб. при выручке 143 млрд руб.

"Несмотря на непростую ситуацию в экономике, благодаря поддержке нашего главного акционера Госкорпорации Ростех и правильным управленческим решениям, в уходящем 2016 г. мы выпустили 33,5 тыс. автомобилей КАМАЗ, уверенно удерживаем позиции лидера в российском автопроме и усиливаем экспансию на экспортных рынках, — отметил генеральный директор компании Сергей Когогин. — В следующем году, опираясь на производственный и кадровый потенциал, нам предстоит произвести 36 тыс. автомобилей и совершить новые шаги в сфере модернизации производства, в рамках утвержденной сегодня Советом директоров Программы стратегического развития ПАО "КАМАЗ" на период до 2025 г.".

"Утвержденная сегодня стратегия "КАМАЗа" является частью Стратегии развития Госкорпорации Ростех до 2025 г., которая предполагает среднегодовой рост выручки корпорации на 17 %, выход на новые рынки и увеличение доли гражданской продукции. В стратегии "КАМАЗ-2025" поставлены ам-



бициозные, но достижимые цели: ускоренное развитие конкурентоспособной продуктовой линейки, удержание достигнутого доминирования на рынке РФ, утроение экспортных продаж, максимизация прибыли от послепродажных сервисов, — подчеркнул генеральный директор Госкорпорации Ростех, Председатель Совета директоров ПАО "КАМАЗ" Сергей Чемезов. — В результате реализации стратегии "КАМАЗ-2025" при оптимистичном сценарии к 2025 г. выручка составит 480 млрд руб., к 2025 г. будет реализовано более 70 тыс. автомобилей".

Стратегия сформирована с учетом возможностей и рисков нескольких сценариев, учитывающих возможные изменения макроэкономической и рыночной конъюнктуры, реализацию этапов технологической модернизации, доступность инвестиционных ресурсов и другие факторы.

Согласно Стратегии, доля продаж автомобилей КАМАЗ за рубежом должна составить 26-30~%, предполагается рост EBITDA на 9-11~%, а также рост ROCE на 14-15~%.

ЮБИЛЕЙНЫЙ СЪЕЗД РСПП

В Москве состоялся юбилейный XXV Съезд Общероссийской общественной организации "Российский союз промышленников и предпринимателей" (РСПП), в котором принял участие генеральный директор ПАО "КАМАЗ" Сергей Когогин, являющийся председателем комиссии по автомобильному и сельскохозяйственному машиностроению РСПП.

Гостями XXV Съезда стали также председатель Совета Федерации Федерального Собрания РФ Валентина Матвиенко, председатель Центрального банка РФ Эльвира Набиуллина, первый заместитель председателя правительства РФ Игорь Шувалов и другие высокопоставленные лица.

Торжественную часть мероприятия открыл президент РСПП Александр Шохин, который отметил, что Российский союз промышленников и предпринимателей объединяет представителей всех направлений бизнеса и по праву пользуется авторитетом в нашей стране и за рубежом. "Каждый из вас конкретны-

ми делами доказал свои высокие деловые качества, способность эффективно управлять современными предприятиями", — сказал он, обращаясь к членам РСПП. Глава организации также подчеркнул, что на продолжении всей истории РСПП огромный опыт практической работы членов Союза, влияние в деловых кругах и ответственный подход к принятию решений играли важную роль.

На юбилейной встрече присутствовали руководители субъектов Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти, крупнейших компаний, ведущих экспертных организаций и учреждений высшего образования. В мероприятии, на котором обсуждались итоги 25-летней деятельности РСПП, развитие законодательной базы предпринимательской деятельности и другие актуальные вопросы, в общей сложности приняли участие около 700 чел.

ПРИНЯТ НОВЫЙ КОЛЛЕКТИВНЫЙ ДОГОВОР

В ПАО "КАМАЗ" подписан коллективный договор на 2017—2018 гг. Подписи под документом, регулирующим социально-трудовые отношения в компании, поставили генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин и председатель профсоюзного комитета работников Александр Васильев.

Основную деятельность по разработке проекта договора осуществляла колдоговорная комиссия, куда вошли представители администрации ПАО "КАМАЗ",

как работодателя, и представители работников — главы профсоюзных комитетов заводов, а также заместители председателя профкома автогиганта по разным направлениям. Результатом сбалансированных переговоров стал коллективный договор сроком действия на 2017—2018 гг., в основу которого был положен принцип реальности исполнения принимаемых обязательств.

Все обязательства коллективного договора предыдущего периода сохранены. По сравнению с версией

45





ПРЕСС-ТУР

правового акта, действующего в компании в 2015—2016 гг., внесены изменения в структуру и содержание глав нового документа. Так, к примеру, обстоятельно переработан раздел "Охрана труда и здоровья персонала". Уточнены обязательства работодателя по обеспечению работников питьевой и газированной водой, спецодеждой и СИЗ, по соблюдению температурного режима в производственных и административных корпусах и помещениях. Кроме того, в раздел о социальных гарантиях, льготах и услугах добавлено новое обязательство, касающееся предоставления дополнительных отпусков по уходу за детьми, и другие пункты.

В результате, общая сумма социальных затрат ПАО "КАМАЗ" увеличивается. Если в 2016 г. на предоставление социальных льгот, услуг и гарантий работодателем было выделено более 737 млн руб., то на 2017 г. запланировано 782 млн руб.

"Разработка проекта коллективного договора шла в рамках продуктивного сотрудничества с профсоюзным комитетом, с сопоставлением реальных финансовых возможностей, что должно стать основой для успешного выполнения "КАМАЗом" всех социальных обязательств по итогам ближайших двух лет", — отметил заместитель генерального директора ПАО "КАМАЗ" по управлению персоналом и организационному развитию Александр Ушенин.

"Мы подписали важный документ, который является показателем уровня социальной ответственности компании и будет служить своеобразным "трудовым кодексом" в ближайшие два года", — подвел итог генеральный директор ПАО "КАМАЗ" Сергей Когогин. Он также напомнил, что благодаря конструктивному диалогу с надежным социальным партнером автогиганта — профсоюзным комитетом, даже во время экономической нестабильности в Коллективном договоре "КАМАЗа" были максимально сохранены социальные гарантии. Производственные показатели уходящего 2016 г. и уверенные позиции компании на рынке грузовых автомобилей позволяют увеличить объем финансирования и расширить перечень социальных обязательств.

АЭРОПОРТУ "БЕГИШЕВО" — 45 ЛЕТ

Генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин принял участие в торжественном вечере, посвященном 45-летию аэропорта "Бегишево".

В ходе мероприятия генеральный директор "КА-МАЗа" Сергей Когогин и гендиректор "Бегишево" Сергей Романцов поздравили всех присутствующих с юбилеем воздушных ворот Закамья. Также состоялся концерт и награждение почетными грамотами отличившихся работников аэропорта.

Аэропорт "Бегишево", стопроцентное дочернее предприятие "КАМАЗа", построен в 1971 году. Он расположился в удачном месте — в 21 км от Нижнекамска и в 24 км от Набережных Челнов, где шло строительство "КАМАЗа". Появление аэропорта именно в тот период оказалось актуальным, поскольку в Набережные Челны тогда на "большую стройку" слетались специалисты со всей страны. Первый рейс был совершен 25 декабря 1971 г. экипажем самолета АН-24, а уже в середине семидесятых благодаря новому аэропорту ежегодно перевозилось около полумиллиона пассажиров, а также большое количество срочных народно-хозяйственных грузов и почты.

В 1998 г. аэропорт распоряжением правительства получил статус международного. В июне 2008 г.

Грузовик, 2017, № 2

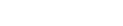
gz217.indd 46

"КАМАЗ" стал владельцем 99,96 % акций ОАО "Аэропорт "БЕГИШЕВО", а в декабре 2012 г. в результате приобретения у миноритариев остававшейся у них доли акций стал единственным акционером аэропорта.

В 2013 г. стартовала реконструкция аэровокзального комплекса аэропорта. В "Бегишево" были отреставрированы терминал и подъездная дорога, полностью был изменен интерьер аэровокзала. Появились комфортабельные залы прилета с выдачей вещей современной багажной системой, увеличилась зона вылета пассажиров. Установлены современные стойки регистрации, система обработки багажа с применением ІТ-технологий. В 2016 г. начался масштабный ремонт перрона. Общая площадь аэродрома, которую реконструируют, — 192 тыс. кв. м.

Сегодня Бегишево входит в топ 50 воздушных гаваней России и обслуживает регион с городами Набережные Челны, Нижнекамск, Заинск, Елабуга. Ежегодно услугами Бегишево пользуются более 350 000 пассажиров. В списке партнеров международного аэропорта Бегишево 25 авиакомпаний, которые связывают регулярными и чартерными воздушными линиями аэропорт с городами России и зарубежья.





ПРЕСС-ТУР

ОЛИМПИАДА ПО БЕРЕЖЛИВОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

На заводе двигателей "KAMA3a" прошла первая международная Олимпиада по бережливому производству.

Олимпиада была организована по инициативе "КАМАЗа", Правительства республики Татарстан и КНИТУ-КАИ и проводилась на Фабрике процессов, расположенной на территории завода двигателей "КАМАЗа". В ней приняли участие команды из разных вузов России и стран СНГ. Мероприятие стало своеобразной международной площадкой для обмена опытом среди ведущих университетов страны, научно-исследовательских и научно-практических центров в области бережливого производства.

Основная тема первой олимпиады по бережливому производству — "Стандартизация". Примечательно, что методические указания к олимпиаде были разработаны на основе материалов учебно-имитационной игры "Сборка турбокомпрессора" Фабрики процессов ПАО "КАМАЗ". Представлен-

ная бизнес-симуляция на простом, но в то же время абсолютно реальном примере воспроизводит широкий спектр проблем, связанных с организацией производства промышленного предприятия. Это разработка документации в соответствии с требованиями бережливого производства, выявление потерь и связанных с ними затрат, организация ресурсного снабжения, товародвижения, управления материальными потоками и запасами и т.д.

Олимпиада состояла из двух этапов. Сначала всем командам продемонстрировали последовательность сборки турбокомпрессора, после чего участники получили задание разработать несколько стандартов. Во втором раунде студенты отвечали на вопросы викторины по бережливому производству. В результате, кубок олимпиады завоевала команда Удмуртского государственного университета, набравшая наибольшее количество баллов. Победители были награждены дипломами и памятными ценными призами.

БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУЗОВИКОВ

"KAMA3" реализует проект по созданию грузовых автомобилей с ADAS-системами.

Цель проекта — повышение уровня безопасности на дорогах, транспортной мобильности. "Это современные системы содействия водителю, если перевести с английского Advanced Driver Assistance Systems. С помощью ADAS-систем водитель KAMAЗа получает возможность работать на совершенно новом уровне в плане безопасности", — отметил главный конструктор по инновационным продуктам Сергей Назаренко.

По его словам, проект реализуется поэтапно и включает в себя несколько направлений работ. Первым должно стать создание грузовых автомобилей KAMA3 с ADAS-системами начальных уровней — "предупреждение", "предотвращение" и "удержание в полосе". Вторым — "овладение" камазовскими грузовиками функциями автономного и дистанци-

онно-автономного движения для работы на закрытых территориях. Имеются в виду технологические перевозки в промышленных зонах, пассажирские перевозки по спецполосам и т.д. Третье направление — создание KAMA3ов с ADAS-системами продвинутых уровней — Highway Pilot, City Pilot и Autopilot. Каждое последующее направление работ делает управление транспортным средством все более автономным и автоматизированным.

Серийный выпуск KAMA3ов с ADAS-системами начальных уровней планируется начать уже в 2017 г. Появление грузовиков с функциями автономного и дистанционно-автономного движения ожидается в 2019—2020 гг., с ADAS-системами продвинутых уровней — с 2022 г. Также проект предполагает создание нового подразделения в Научно-техническом центре "KAMA3a" и "Инновационного центра "KAMA3".





ПРЕСС-ТУР

"КАМАЗ" ВЫПУСТИЛ ПЯТИТЫСЯЧНУЮ НОВУЮ КАБИНУ

Сегодня на прессово-рамном заводе ПАО "КАМАЗ" состоялся торжественный митинг, посвященный сварке пятитысячного каркаса кабины для нового модельного ряда автомобилей КАМАЗ.

На митинге присутствовали генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин, директор ПРЗ Александр Рыбаков, руководитель проекта "Новая кабина" Альберт Визингер и другие. Обращаясь к присутствующим, Сергей Когогин поздравил работников завода и поблагодарил их за труд. "На действующих производственных площадях мы смогли реализовать важнейший для компании проект, где внедрены передовые технологии производства, использовано новейшее оборудование, — отметил он. — Новая кабина — это лицо современных КАМАЗов, это главный штрих в привлекательности и дизайне нового модельного ряда и новое слово в комфортабельности. В немалой степени благодаря кабине наши грузовики сегодня завоевывают доверие потребителей, а компания укрепляет свои позиции в непростых рыночных условиях".

Выпуск новых кабин для перспективных автомобилей стал очередным успешным шагом на пути глобальной модернизации производства "КАМАЗа". Приказ об открытии проекта "Кабина" был подписан в марте 2013 года, а уже в декабре линия сварки новых кабин была введена в эксплуатацию. На первом этапе, который подразумевал крупноузловую сварку, были проведены работы по модернизации окрасочной линии DÜRR. Также были организованы новые логистические зоны, построены разгрузочные рампы для приемки контейнеров с комплектующими. Общая площадь проведенных строительно-монтажных работ — более 28 тыс. кв. м. Помимо этого, камазовские рабочие прошли обучение на зарубежных производствах. В рамках обмена опытом на заводах "KAMA3a" работали специалисты из Daimler по сварке, окраске, сборке, логистике, планированию производств и эксперты контроля качества продукта.

Результатом реализации второго этапа проекта стал пуск сварочной линии мелкоузловой сварки, который состоялся 5 августа 2015 г. Кроме того, на ПРЗ был пущен мощный измерительный комплекс — лаборатория ZEISS, предназначенная для проверки собираемых узлов, в том числе кабин, а также введен в эксплуатацию высотный стеллажный склад для хранения комплектующих изделий каркаса новой кабины.

Новая кабина ставится на все семейство перспективных автомобилей, включая популярный тягач КАМАЗ-5490, самосвалы КАМАЗ-6580, КАМАЗ-65801 и т. д.

Художественный редактор Д. С. Рыбакова. Технический редактор Е. М. Патрушева. Корректор Е. В. Комиссарова Сдано в набор 05.12.2016. Подписано в печать 23.01.2017. 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 солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru

48

