Грузовик

9
2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

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

Редакционный совет

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

Корпункт:
Я.Е.Карповский (г.Минск)

Адрес редакции:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12
Тел. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

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 № ФС77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:
по объединенному каталогу
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2018

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.

В НОМЕРЕ:

Конструкция

3 *Новиков В. В., Рябов И. М., Поздеев А. В., Чернышов К. В., Чумаков Д. А.* Экспериментальное исследование пневматической подвески с комбинированным демпфированием

Энергетическое машиностроение

8 *Мягков Л. Л., Сивачев В. М.* Моделирование теплообмена при кипении с недогревом в полости охлаждения двигателя. Часть 1

Исследования. Расчет

12 *Устименко В. С.* Управляемые режимы испытаний автомобильной техники для форсированного нагружения их узлов и агрегатов

16 *Антипенко В. С., Утенков В. М., Николаева Н. С.* Оптимизация размерных рядов металлорежущих станков для производства спецтехники

21 *Малая Е. В.* Исследование свойств порошковых магнитомягких материалов электротехнического назначения

Городской пассажирский наземный транспорт

25 *Максимов В. А., Завгородний А. А., Максимов П. В., Назаров А. А., Поживилов Н. В.* Результаты построения закона распределения удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221

27 *Ременцов А. Н., Ахметжанова Э. У., Гаджилы Б. Э.* Устранение линейных отказов автобусов

Эксплуатация. Ремонт

30 *Нуреддинов Д. И., Фасхиев Х. А.* Расчет средств крепления груза при автомобильных перевозках

35 *Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.* Повышение противокоррозионной стойкости кузова автомобиля в условиях эксплуатации

Профессия

39 *Ременцов А. Н., Коньков В. А., Чеканов А. Ю.* Методические подходы к разработке профессиональных стандартов для специалистов транспортных предприятий

Пресс-тур

43 Автомобили, которые выручают

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. Двухлетний импакт-фактор РИНЦ 2016 г. — 0,296. Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2016 г. по тематике "Транспорт" — 30; по тематике "Машиностроение" — 58.

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

9
2018

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

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

Editorial council

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

Correspondent's office:
Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:
107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru
http://www.mashin.ru

Address of publishing house
107076, Kolodezny Lane, house 2-a, 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 integrated catalog "Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House, "Truck", 2018

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.

CONTENTS:

Design

3 *Novikov V. V., Ryabov I. M., Pozdeev A. V., Chernyshov K. V., Chumakov D. A.* Experimental study of air suspension with combined amortization

Energy engineering

8 *Myagkov L. L., Sivachev V. M.* Modeling of subcooled boiling heat transfer in internal combustion engine water jacket. Part 1

Research. Calculation

12 *Ustimenko V. S.* Controlled test modes of multi-purpose vehicles for forced loading of their components and assemblies

16 *Antipenko V. S., Utenkov V. M., Nikolaeva N. S.* Optimization of dimension ranks of metal-cutting machines for machinery

21 *Malaya E. V.* The study of the properties of powder soft magnetic materials, electro-technical purposes

Public passenger land transport

25 *Maksimov V. A., Zavgorodney A. A., Maksimov P. V., Nazarov A. A., Pozhivilov N. V.* Results of construction of the law of distribution of specific labor intensity of the current repair of buses LiAZ-529221

27 *Rementsov A. N., Ahmetzhanova E. U., Gadzhily B. J.* To the question of elimination line malfunctions of buses

Exploitation. Renovation

30 *Nureddinov D. I., Faskhiev Kh. A.* Calculation of means of fastening of cargo at road transportations

35 *Fadeev I. V., Rementsov A. N., Sadetdinov Sh. V.* Increasing anti-corrosion resistance body car in operating conditions

Profession

39 *Rementsov A. N., Konkov V. A., Chekanov A. Y.* Methodical approaches to development of professional standards for transport company specialists

Press tour

43 Cars that rescue

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.
The system of the Russian index of scientific quoting www.elibrary.ru.
The two-year impact factor INDEX 2016 — 0.296.Place in the rating of SCIENCE INDEX for 2016 on the subject "Transport" — 30; on the subject "Mechanical Engineering" — 58.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777
Information on the site "Autotransportnik.ru"

УДК 629.3.027

В. В. Новиков, д-р техн. наук, e-mail: nvv_60@mail.ru, **И. М. Рябов,** д-р техн. наук,
А. В. Поздеев, канд. техн. наук, e-mail: avp24897@mail.ru, **К. В. Чернышов,** канд. техн. наук,
Д. А. Чумаков, аспирант, ВолгГТУ, Волгоград, e-mail: chda1991@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ С КОМБИНИРОВАННЫМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ

В Волгоградском государственном техническом университете разработана экспериментальная модульная установка для испытаний пневматической подвески с разным сочетанием демпфирующих узлов: гидравлического амортизатора, пневматического амортизатора, инерционно-фрикционного амортизатора и динамического гасителя колебаний. Испытания этой установки проводились на динамическом стенде при задании силового и кинематического воздействий на подвеску в широком диапазоне частот, возникающих при движении автомобиля. В результате испытаний определены оптимальные параметры комбинированного демпфирования исследуемой пневматической подвески, обеспечивающей высокую степень виброзащиты автомобиля во всем эксплуатационном диапазоне частот.

Ключевые слова: *экспериментальная установка, воздушное демпфирование, комбинированное демпфирование, гидравлический амортизатор, пневматический амортизатор, маховичный гаситель, амплитудно-частотные характеристики.*

Volgograd State Technical University has developed an experimental modular unit for testing the air suspension with various combinations of amortization nodes: hydraulic shock absorber, air damper, inertial friction damper, and dynamic absorber. Tests of this installation were carried out on a dynamic bench with the determination of the force and kinematic effects on the suspension in a wide range of frequencies that arise when the vehicle moves. As a result of the rests, optimal parameters of combined amortization of the studied air suspension are determines which ensure high level of vibration isolation of car in the whole exploitation range of frequencies.

Keywords: *experimental unit, air suspension, combined amortization, hydraulic shock absorber, air damper, inertial friction damper, dynamic absorber, amplitude-frequency characteristics.*

В настоящее время в подвесках автомобилей в основном применяются металлические или пневматические упругие элементы и нерегулируемые гидравлические амортизаторы, которые обеспечивают приемлемую виброзащиту только в ограниченном диапазоне частот при относительно небольших высотах неровностей дороги. Поэтому при эксплуатации по разбитым дорогам, когда высота неровностей и частотное воздействие от неровностей резко возрастают, колебания кузова и колес увеличиваются настолько, что водители вынуждены ограничивать скорости движения. Одним из путей решения данной проблемы является применение комбинированной демпфирующей системы, состоящей из нескольких нерегулируемых демпфирующих узлов разных типов, настроенных на работу в разном частотном диапазоне [1—4, 6—8, 10, 11, 13—16].

Для исследования эффективности такого демпфирования в Волгоградском государственном техническом университете разработана экспериментальная модульная установка для испытаний пневматической подвески с разным сочетанием демпфирующих узлов: гидравлического амортизатора (ГА), пневматического амортизатора (ПА), инерционно-фрикционного амортизатора (ИФА) и динамического гасителя колебаний (ДГК). Установка разработана на базе динамического стенда, который позволяет испытывать разные типы подвесок в широком диапазоне силового и кинематического нагружения [5, 9, 12]. Схема экспериментальной модульной установки показана на рис. 1.

Данная установка содержит гидропульсатор *1*, на опорную тарелку *2* которого через пружину *3*, имитирующую жесткость колеса, опирается качающаяся рама *4* с осью *5*, имитирующая неподрессоренную массу (НПМ) подвески автомобиля. Пневматическая рессора (ПР) *6* нижней частью своего полого поршня крепится на качающейся раме *4*, а верхней крышкой — на подрессоренной массе (ПМ) *7*. Между качающейся рамой *4* и ПМ *7* установлен ГА *8*, нижний и верхний концы которого закреплены с помощью подвижных зажимов. На качающейся раме *4* с помощью подвижных зажимов установлена качающаяся рама *9* с осью *10*,

на которой закреплен ИФА *11*, связанный через поворотный рычаг *12* и шатун *13* с ПМ *7*. Снизу качающейся рамы *4* установлен торсионный вал *14*, один конец которого закреплен на качающейся раме *4*, а другой конец через рычаг *15* и соединительную планку *16* связан с корпусом ИФА *11*. Между рамами *4* и *9* установлен ГА *17*, верхний и нижний концы которого закреплены с помощью подвижных зажимов.

ИФА *11* выполнен в виде двухрядного планетарного редуктора, на выходном валу которого через фрикционную муфту установлен маховик [14]. При низкочастотных колебаниях подвески маховик совершает знакопеременное вращение, что создает инерционное сопротивление. При высокочастотных колебаниях подвески маховик практически неподвижен и создает небольшое фрикционное сопротивление. В зоне высокочастотного резонанса, когда ПМ *7* практически неподвижна, а НПМ совершает большие колебания, качающиеся рамы *4* и *9* начинают колебаться с большими амплитудами и практически в противофазе, что обеспечивает эффективное гашение резонансных колебаний НПМ. Таким образом, в этой зоне частот ИФА работает как ДГК, только инерционной массой в этом случае является не вращающийся маховик, а сам корпус ИФА. Поскольку ИФА обеспечивает инерционное сопротивление на разных частотах поразному, то его можно назвать более обобщенным понятием — маховичным гасителем (МГ).

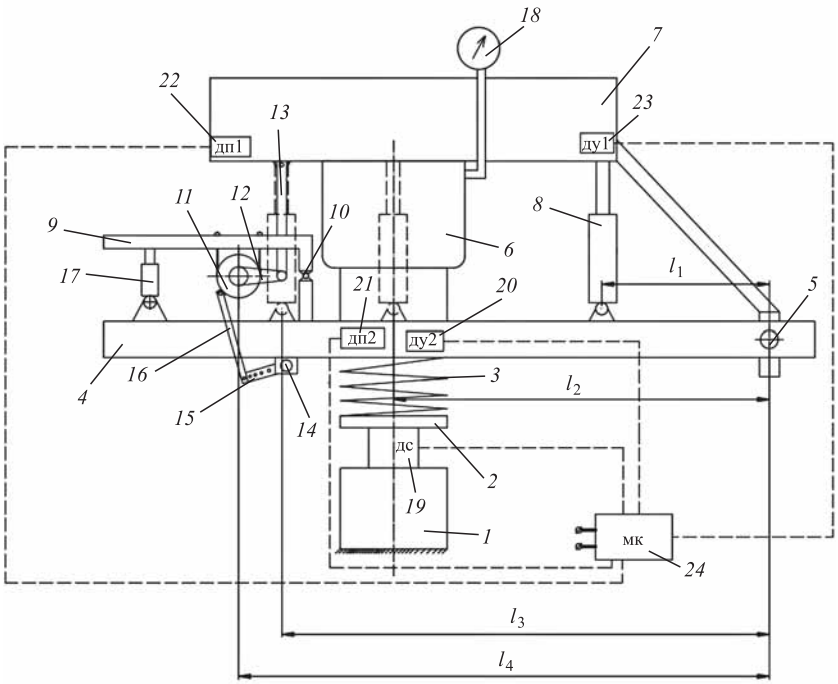

Рис. 1. Схема экспериментальной модульной установки пневматической подвески с комбинированным демпфированием:

1 — гидропульсатор с опорной тарелкой *2*; *3* — пружина с жесткостью, имитирующей колесо; *4* — качающаяся рама; *5* — ось (направляющая испытуемой подвески), имитирующая НПМ; *6* — ПР; *7* — ПМ; *8* и *17* — ГА; *9* — качающаяся рама с осью *10*; *11* — ИФА; *12* — поворотный рычаг; *13* — шатун; *14* — торсионный вал с рычагом *15* и соединительной планкой *16*; *18* — манометр; *19* — датчик силы; *20* — датчик ускорения НПМ; *21* — датчик перемещения и скорости НПМ; *22* — датчик перемещения и скорости ПМ; *23* — датчик ускорения ПМ; *24* — микроконтроллер; *11*, *12*, *13*, *14* — расстояния от оси *5* до мест установки демпфирующих узлов

Параметры МГ можно изменить путем варьирования массы маховика, силы поджатия пружины фрикционной муфты, расстояния от ИФА *11* до осей качания *5* и *10*, угла наклона или положения ГА *17*.

Вследствие изменения расстояния от ГА *8* до вертикальной оси ПР *6* производится изменение гидравлического сопротивления пневматической подвески. В экспериментах при слабом демпфировании ГА *8* устанавливался, как показано на рис. 1, справа от ПР *6* на расстоянии l_1 от оси *5*, а при мощном — слева от ПР *6* на расстоянии l_3. В последнем случае ИФА *11* отключался, для чего рычаг *13* отсоединялся от ПМ *7* и откидывался в сторону.

Работа ПР *6* в качестве ПА обеспечивается благодаря установки в полом поршне дросселя с обратным клапаном, открытым на ходе сжатия. Эффективность воздушного демпфирования (ВД) можно изменять путем изменения диаметра дроссельного отверстия и подсоединения дополнительного ресивера [3, 4].

Далее на рис. 2—4 приведены результаты стендовых испытаний пневматической подвески с различным сочетанием демпфирующих устройств в виде амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) перемещений и ускорений подрессоренной и неподрессоренной масс и АЧХ деформаций пневмоподвески и пружины, имитирующей колесо.

Испытания подвески проводились при следующих исходных данных (см. рис. 1): подрессоренная масса *7* $m_{пм}$ = 500 кг; неподрессоренная масса $m_{нпм}$ = 130 кг; жесткость пружины *3*, имитирующей колесо, $c_{пр}$ = 344 706 Н/м; амплитуда кинематического возмущения q_0 = 12 мм.

Параметры ПР *6* и ВД: тип резинокордной оболочки — рукавного типа ВЛ *4*; статическое давление в ПР $p_{ст}$ = 1,3 кГ/см^2 (0,13 МПа); объем полого поршня $V_п$ = 7,6 л; объем над поршнем под статической

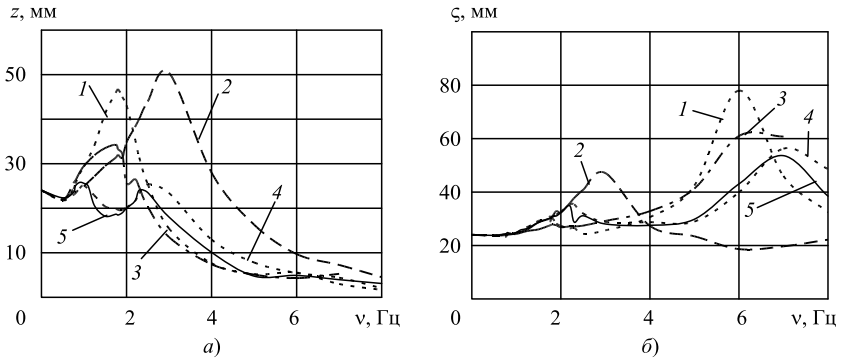

Рис. 2. АЧХ перемещений подрессоренной (*а*) и неподрессоренной (*б*) масс на пневмоподвеске со следующими демпфирующими узлами:

1 — слабый ГА; *2* — мощный ГА; *3* — ВД со слабым ГА; *4* — ВД со слабым ГА и МГ; *5* — ВД с МГ

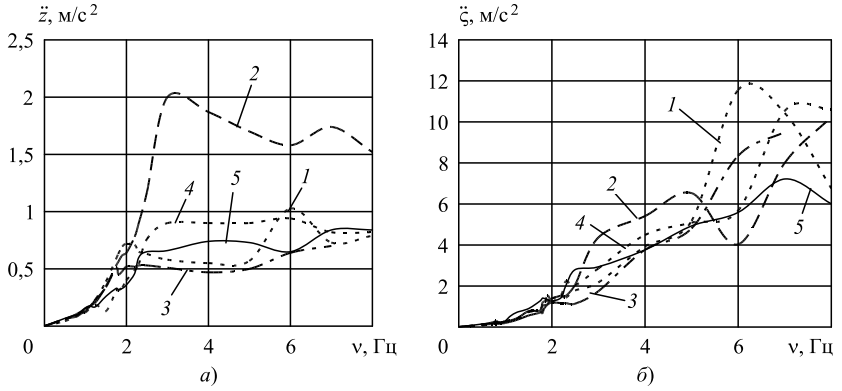

Рис. 3. АЧХ ускорений подрессоренной (*а*) и неподрессоренной (*б*) масс на пневмоподвеске со следующими демпфирующими узлами:

1 — слабый ГА; *2* — мощный ГА; *3* — ВД со слабым ГА; *4* — ВД со слабым ГА и МГ; *5* — ВД с МГ

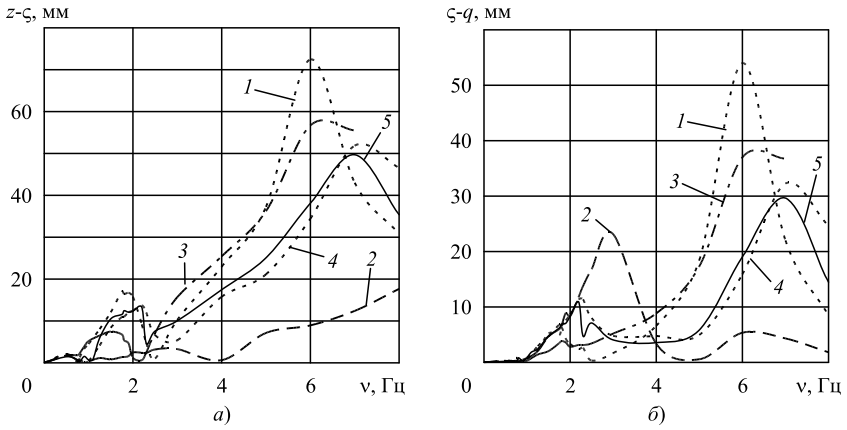

Рис. 4. АЧХ деформаций пневмоподвески (*а*) и пружины, имитирующей колесо (*б*), со следующими демпфирующими узлами:

1 — слабый ГА; *2* — мощный ГА; *3* — ВД со слабым ГА; *4* — ВД со слабым ГА и МГ; *5* — ВД с МГ

нагрузкой $V_п$ = 11 л; диаметр дроссельного отверстия в поршне ПР $d_д$ = 6 мм.

Параметры ИФА *11*: передаточное число редуктора $i_{ИФА}$ = 48; длина поворотного рычага $l_{п.р}$ = 160 мм; диаметр маховика $d_{мах}$ = 0,11 м; масса маховика $m_{мах}$ = 1,5 кг; момент инерции маховика $I_{мах}$ = 0,0022 кг·м^2; момент трения на маховике (момент фрикциона) $M_ф$ = 2,5 Н·м.

Параметры ДГК: масса $m_{ДГК}$ = = 35 кг; собственная частота $\omega_{ДГК}$ = = 6,5 Гц; передаточное число установки ДГК $i_{ДГК} = l_2/l_4$ = 930/1300 = 0,71.

Параметры гидравлического демпфирования: передаточное число при установке ГА справа от ПР $i_{ГА1} = l_2/l_1$ = = 930/380 = 2,44; передаточное число при установке ГА слева от ПР $i_{ГА2}$ = = l_2/l_3 = 930/1160 = 0,8; коэффициент сопротивления ГА при его установке по оси ПР и скорости 0,1 м/с: на ходе отбоя $k_{ГА_с}$ = 23 600 Н·с/м, на ходе сжатия $k_{ГА_с}$ = 10 300 Н·с/м. Таким образом, по сравнению с установкой ГА по оси ПР его перенос вправо (слабый ГА) приводит к ослаблению силы демпфирования в 2,5 раза, а перенос влево (мощный ГА) — к увеличению сопротивления на 22 %. При этом усилия ГА, установленных слева и справа, отличаются в 3 раза.

На рис. 2 показаны АЧХ перемещений подрессоренной и неподрессоренной масс автомобиля при различных сочетаниях демпфирующих устройств.

Пневмоподвеска со слабым ГА (кривая *1*) обеспечивает гашение колебаний ПМ в зоне низких частот с коэффициентом динамичности, равном 1,9, что соответствует относительному коэффициенту затухания ψ = 0,32, который характерен для большинства подвесок современных автомобилей. При этом колебания НПМ в зоне высокочастотного резонанса колеса гасятся значительно хуже с коэффициентом динамичности, равном 3,2.

По сравнению со слабым демпфированием увеличение мощности ГА в пневматической подвеске (кривая *2*) приводит к смещению резо-

нанса в сторону более высоких частот на 1 Гц и увеличению размахов зарезонансных колебаний ПМ более чем в 2,5 раза. При этом колебания НПМ в зоне высокочастотного резонанса колеса становятся меньше кинематического возмущения.

Применение в пневмоподвеске со слабым ГА еще и воздушного демпфирования (кривая *3*) обеспечивает дополнительное снижение колебаний в низкочастотном резонансе ПМ на 28 %, а в высокочастотном резонансе НПМ на 23 %.

Добавление в пневмоподвеску со слабым ГА и ВД еще и маховичного гасителя (кривая *4*) обеспечивает дополнительное уменьшение колебаний ПМ в низкочастотном резонансе на 42 %. Однако в зарезонансной зоне в диапазоне частот 2,5...6 Гц перемещения ПМ становятся несколько больше, чем в предыдущих вариантах (кривые *1* и *3*). При этом высокочастотный резонанс НПМ сдвигается в зону более высоких частот с 6 до 7 Гц, а размахи колебаний в диапазоне частот 3,5...6,5 Гц становятся в 1,5...2 раза меньше.

При отсутствии в пневмоподвеске слабого ГА и установке в ней ВД и МГ (кривая *5*) низкочастотный резонанс ПМ гасится примерно так же, как и в предыдущем варианте (кривая *4*), но в диапазоне частот 2,5...7 Гц колебания становятся меньше еще на 22 %. При этом высокочастотный резонанс НПМ гасится примерно так же, обеспечивая коэффициент динамичности не более 2,2.

На рис. 3 показаны АЧХ ускорений подрессоренной и неподрессоренной масс автомобиля при различных сочетаниях демпфирующих устройств.

Пневмоподвеска со слабым ГА (кривая *1*) в зоне низких частот обеспечивает ускорения ПМ до 0,7 м/с^2, в межрезонансной зоне ускорения снижаются до 0,6 м/с^2, с увеличением частоты с 5 до 6 Гц ускорения возрастают до 1 м/с^2, при дальнейшем увеличении частоты ускорения снижаются до 0,8 м/с^2.

По сравнению со слабым демпфированием увеличение мощности ГА в пневмоподвеске (кривая *2*) приводит к увеличению ускорений ПМ до 3 раз в диапазоне частот 2...8 Гц.

По сравнению с остальными сочетаниями демпфирующих узлов применение в пневмоподвеске ВД (кривая *3*) обеспечивает минимальные ускорения ПМ в диапазоне частот 1,7...8 Гц.

Применение в пневмоподвеске с ВД и слабым ГА еще и МГ (кривая *4*) повышает ускорения ПМ на 0,4 м/с^2 в диапазоне частот 2,5...8 Гц.

Совместная работа в пневмоподвеске ВД и МГ (кривая *5*) обеспечивает уменьшение ускорений ПМ примерно на 0,2 м/с^2 в диапазоне частот 2,3...7 Гц и незначительное их повышение в диапазоне частот 7...8 Гц.

Из анализа АЧХ ускорений НПМ видно, что в пневмоподвеске со слабым ГА (кривая *1*) ускорения в диапазоне частот 1,5 до 6,2 Гц повышаются до 11,8 м/с^2, а в диапазоне частот 6,2...8 Гц снижаются до 6,7 м/с^2.

При увеличении в пневмоподвеске мощности ГА (кривая *2*) ускорения НПМ в диапазоне частот 2...5 Гц повышаются с 1,1 до 6,5 м/с^2, в диапазоне частот 6...8 Гц увеличиваются с 4 до 10,2 м/с^2, а в диапазоне частот 5...6 Гц уменьшаются до 4 м/с^2.

Применение в пневмоподвеске со слабым ГА еще и ВД (кривая *3*) обеспечивает снижение ускорений НПМ в зоне высокочастотного резонанса на 20 %.

При установке в подвеске с ВД и слабым ГА еще и МГ (кривая *4*) в диапазоне частот 5...6,5 Гц ускорения НПМ уменьшаются до 2 м/с^2, в диапазоне частот 2...5 Гц увеличиваются на 0,4 м/с^2, а в диапазоне частот 6,5...8 Гц повышаются примерно на 0,5 м/с^2.

При отсутствии в пневмоподвеске слабого ГА и установке в ней ВД и МГ (кривая *5*) в диапазоне частот 3...5 Гц ускорения НПМ уменьшаются на 12 %, а в диапазоне частот 6...7 Гц на 33 %. При этом по сравнению с другими подвесками (кривые *1*, *3* и *4*) обеспечиваются минимальные ускорения НПМ в зоне высокочастотного резонанса.

На рис. 4 показаны АЧХ относительных перемещений ПМ (деформаций подвески) и НПМ (деформаций пружины, имитирующей колесо) при различных сочетаниях демпфирующих устройств.

Пневмоподвеска со слабым ГА (кривая *1*) показывает худшие результаты по гашению колебаний (деформаций) пневмоподвески во всем частотном диапазоне, по сравнению с остальными подвесками (кривые *2—5*).

Увеличение мощности ГА (кривая *2*) обеспечивает минимальные значения деформаций подвески во всем диапазоне частот, при этом низкочастотный резонанс колебаний подвески гасится полностью.

Применение в пневмоподвеске со слабым ГА еще и ВД (кривая *3*) в диапазоне частот 1,1...2 Гц приводит к уменьшению деформаций до 15 мм, при этом в зоне высокочастотного резонанса деформации подвески уменьшаются на 22 %.

При установке в подвеске с ВД и слабым ГА еще и МГ (кривая *4*) во всем диапазоне частот обеспечивается уменьшение деформаций до 30 %.

При отсутствии в пневмоподвеске слабого ГА и установке в ней ВД и МГ (кривая *5*) происходит снижение резонансной частоты НПМ на 0,2 Гц и уменьшение деформаций при частотах более 6,8 Гц.

Пневмоподвеска со слабым ГА (кривая *1*) эффективно снижает деформации пружины, имитирующей колесо, в зоне низких частот. При этом в диапазоне

частот 5...6 Гц деформации резко возрастают до 54 мм, а в диапазоне частот 6...8 Гц резко снижаются до 8 мм.

Увеличение мощности ГА (кривая *2*) в зоне высокочастотного резонанса приводит к снижению деформаций пружины до 5 мм, а в зоне низкочастотного резонанса к увеличению деформаций до 23 мм со смещением резонанса на 0,5 Гц вправо.

Применение в пневмоподвеске со слабым ГА еще и ВД (кривая *3*) в зоне высокочастотного резонанса обеспечивается уменьшение деформаций пружины на 30 %.

При установке в подвеске с ВД и слабым ГА еще и МГ (кривая *4*) в зоне высокочастотного резонанса деформации НМП уменьшаются на 21 мм со смещением на 1 Гц вправо, а в зоне низкочастотного резонанса увеличиваются на 6 мм со смещением вправо на 0,5 Гц.

При отсутствии в пневмоподвеске слабого ГА и установке в ней ВД и МГ (кривая *5*) происходит уменьшение деформаций пружины на частотах 2,2...2,4 и 7,1 Гц со смещением в сторону низких частот на 0,2 Гц.

На основании проведенных экспериментальных исследований пневматической подвески с комбинированным демпфированием можно сделать следующие выводы:

— пневматическая подвеска с гидроамортизатором малой мощности обеспечивает в зоне резонанса кузова автомобиля коэффициент динамичности около 2, при этом колебания колес в зоне высокочастотного резонанса гасятся значительно хуже, с коэффициентом динамичности более 3;

— увеличение мощности гидроамортизатора резко уменьшает колебания колес (коэффициент динамичности близок к 1), однако это приводит к увеличению ускорений подрессоренной и неподрессоренной масс до 3 раз;

— применение в пневмоподвеске комбинированного воздушно-гидравлического демпфирования приводит к снижению резонансных колебаний подрессоренной и неподрессоренной масс на 28 и 23 % соответственно;

— с помощью инерционно-фрикционного амортизатора можно обеспечить резонанс кузова с коэффициентом динамичности, близким к 1;

— уменьшить высокочастотный резонанс до коэффициента динамичности, близким к 2, возможно путем применения динамического гасителя колебаний, функции которого выполняет установленный на неподрессоренной массе подпружиненный инерционно-фрикционный амортизатор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Инерционные амортизаторы** со сдающим элементом для подвесок АТС / И. М. Рябов, В. В. Новиков, В. В. Воробьев, С. В. Данилов, О. В. Смолянов // Грузовик &. — 2005. — № 4. С. 9—10.
2. **Новиков В. В.** Стендовые испытания пневмоподвески автобуса "ВЗТМ-32731" с гидроамортизаторами разной мощности // Грузовик &. — 2007. — № 6. — С. 41—44.
3. **Новиков В. В**. Стендовые испытания пневмоподвески с воздушным демпфером в виде дросселя и обратного клапана // Грузовик &. — 2007. — № 7. — С. 43—46.
4. **Новиков В. В., Букаев С. О., Дьяков А. С.** Совместная работа воздушного демпфера и гидроамортизатора // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 1. — С. 20—22.
5. **Универсальный стенд** для испытания подвесок и шин автотранспортных средств / В. В. Новиков, И. М. Рябов, В. И. Колмаков, К. В. Чернышов // Сборка в машиностроении, приборостроении. — 2008. — № 3. — С. 45—50.
6. **Новиков В.В., Рябов И. М., Чернышов К. В.** Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств: монография. — Волгоград, 2009. — 338 с.
7. **Новиков В. В., Смолянов О. В.** Виброзащитные свойства подвески при совместной работе гидравлических и инерционно-фрикционных амортизаторов // Вестник машиностроения. — 2009. — № 1. — С. 81—83.
8. **Типы конструкций** инерционно-фрикционных амортизаторов, их моделирование и испытания / И. М. Рябов, В. В. Новиков, А. В. Поздеев, К. В. Чернышов, А. С. Митрошенко // Тракторы и сельхозмашины. — 2013. — № 4. — С. 23—26.
9. **Стенды для испытания** подвесок наземных транспортных средств: учеб. пособ. (гриф). Доп. УМО вузов по университетскому политехническому образованию / В. В. Новиков, И. М. Рябов, А. С. Дьяков, А. В. Поздеев, А. В. Похлебин. — Волгоград: ВолгГТУ, 2013. — 114 с.
10. **Регулируемые** пневматические и пневмогидравлические рессоры подвесок автотранспортных средств: монография / А. В. Поздеев, В. В. Новиков, А. С. Дьяков, А. В. Похлебин, И. М. Рябов, К. В. Чернышов. — Волгоград: ВолгГТУ, 2013. — 244 с.
11. **Виброзащитные свойства** пневматической подвести с динамическим гасителем колебаний колес и сухим трением / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, Д. А. Чумаков, И. А. Голяткин // Оборонная техника. — 2015. — № 9—10. — С. 102—106.
12. **Новиков В. В., Поздеев А. В., Дьяков А. С.** Научно-испытательный комплекс для исследования узлов подрессоривания транспортных средств // Пром-Инжиниринг: труды междунар. науч.-техн. конф. ФГБОУ ВПО "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет). — Челябинск, 2015. С. 36—39.
13. **П. м. 85403 РФ,** МПК B60G11/26. Задняя подвеска колес автомобиля / В. В. Новиков, Ю. Г. Лапынин, И. М. Рябов, А. С. Горобцов, К. В. Чернышов, А. С. Дьяков, С. О. Букаев, А. В. Поздеев, Д. А. Николаев; НОУ СПО "Волгогр. колледж газа и нефти ОАО "Газпром". Бюл. № 22, 2009.
14. **Пат. 2486385 РФ,** МПК F16F7/10. Амортизатор / В. Д. Варфоломеев, В. В. Власов, И. М. Рябов; патентообладатель В. Д. Варфоломеев. Бюл. № 21 (III ч.), 2013.
15. **П. м. 157974 РФ,** МПК F16F7/10, F16F5/00, B60G15/08. Амортизатор / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. В. Похлебин, И. М. Рябов, К. В. Чернышов, А. С. Дьяков, Д. А. Чумаков, И. А. Голяткин; ВолгГТУ. Бюл. № 35, 2015.
16. **П. м. 158085 РФ,** МПК F16F7/10, F16F5/00, B60G15/08. Амортизатор / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. В. Похлебин, И. М. Рябов, К. В. Чернышов, А. С. Дьяков, Д. А. Чумаков, И. А. Голяткин, А. В. Бондаренко; ВолгГТУ. Бюл. № 35, 2015.

УДК 621.436

Л. Л. Мягков, канд. техн. наук, доцент, e-mail: mll-08@mail.ru,
В. М. Сивачев, аспирант, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, e-mail: vladsivachev@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ С НЕДОГРЕВОМ В ПОЛОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ. ЧАСТЬ 1

Приведен обзор подходов к моделированию двухфазных потоков охлаждающей жидкости и математических моделей для описания теплового потока на стенке в режиме кипения с недогревом. Проведена верификация предлагаемой модели для теплового потока на основании опубликованных экспериментальных данных. Сделан вывод о возможности использования данной модели для расчета параметров теплообмена на охлаждаемых поверхностях двигателя.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, система охлаждения, крышка цилиндров, кипение с недогревом.*

The review of different approaches of two-phase cooling flow simulation and mathematical models of wall heat flux in terms of subcooled boiling is presented. The verification of the proposed model has been performed on the basis of the published experimental data. It is suggested that boiling model can be used for determination of the thermal state of cylinder liner and head.

Keywords: *diesel engine, cooling system, cylinder head, subcooled boiling.*

Введение

Традиционно при проектировании систем охлаждения (СО) двигателей внутреннего сгорания (ДВС), в отличие от других сфер техники, в частности, теплоэнергетики, процесс пузырькового кипения в качестве эффективного режима теплообмена не применяется [1]. Однако при высоких тепловых нагрузках на режиме максимальной мощности в наиболее теплонагруженных зонах процесс охлаждения неминуемо сопровождается парообразованием [2, 3]. Кипение предохраняет эти зоны от перегрева, обеспечивая высокие скорости отвода тепла.

Пузырьковое кипение — крайне благоприятный режим теплообмена вследствие его способности снимать высокие тепловые потоки при малых температурах стенки. Сказанное способствует равномерному распределению температур в охлаждаемых деталях и, как следствие, снижению термических напряжений, что особенно важно при форсировании дизеля путем повышения интенсивности рабочего процесса. Благодаря этому открываются возможности по снижению расхода топлива, а также токсичности отработавших газов вследствие снижения мощности насоса охлаждающей жидкости (ОЖ) и более низкой тепловой инерции двигателя [4]. Вместе с тем процесс кипения ОЖ может привести к образованию крупных конгломератов паровых пузырей на стенке и переходу к пленочному режиму кипения, при котором резко снижается интенсивность охлаждения. Чтобы исключить это негативное явление, необходимо иметь достоверную математическую модель процесса кипения в полости охлаждения ДВС, которая позволила бы отсеять ошибочные конструкции на ранних стадиях процесса проектирования [5].

Таким образом, пузырьковое кипение может быть выгодно использовано при проектировании СО, которая намеренно допускает локальное кипение с недогревом в наиболее теплонагруженных областях. При этом важно контролировать интенсивность процесса парообразования, так как пленочное кипение может привести к перегреву и последующему выходу из строя охлаждаемой детали.

Как показывает опыт эксплуатации дизелей, крышка цилиндров является одной из наиболее

теплонагруженных и ответственных деталей двигателя, во многом определяющей его долговечность и ресурс. Следовательно, описанную выше концепцию проектирования СО можно отнести, в первую очередь, к полости охлаждения данной детали, в которой наиболее подверженной поверхностному кипению зоной является перемычка между выпускными каналами, воспринимающая тепловую нагрузку как со стороны камеры сгорания, так и со стороны отработавших газов [6]. В этой области обычно наблюдается режим кипения в недогретой до температуры насыщения жидкости, когда пузыри, образовавшиеся на поверхности нагрева, частично вновь конденсируются вследствие отсутствия равновесия между жидкой и паровой фазами [2, 7]. Кипение с недогревом также может быть двух типов: режим частично развитого пузырькового кипения (ЧРК), в котором конвекция и пузырьковое кипение в равной мере влияют на интенсивность теплообмена, и полностью развитое кипение (ПРК), при котором теплоотдача практически перестает зависеть от скорости и недогрева потока.

Таким образом, организация пузырькового кипения теплоносителя является одним из самых перспективных направлений при решении задачи по снижению тепловой напряженности крышек цилиндров высокофорсированных двигателей. В связи с этим представляется необходимым сделать обзор существующих подходов и соответствующих математических моделей для описания процесса кипения в полости охлаждения дизеля.

Математическое моделирование процесса кипения в СО ДВС

Исключительная сложность процесса не позволила до сих пор создать какие-либо аналитические зависимости для определения параметров теплообмена в рубашке охлаждения. В связи с этим все известные расчетные зависимости носят полуэмпирический характер, когда результаты экспериментов обрабатываются с помощью чисел подобия [8]. В таких формулах используется среднерасходная скорость и эквивалентный диаметр полости охлаждения, поэтому вычисляемые коэффициенты теплоотдачи имеют осредненные по всей площади охлаждения значения, что предопределяет их низкую точность. В действительности, исследование локального теплообмена в полости охлаждения должно быть основано на решении дифференциальных уравнений в частных производных, которые описывают физические процессы переноса массы, количества движения и энергии. Сложная форма деталей и полостей охлаждения двигателя делают невозможным аналитическое решение системы уравнений тепломассообмена, что привело к развитию численных методов, позволяющих находить решения не в виде окончательных расчетных зависимостей, а в виде массивов чисел, соответствующих значениям температур, скоростей или давлений в конкретных точках расчетной области.

Так, при допущении о потенциальности течения жидкости возможно решение с помощью численных методов уравнения Лапласа, описывающего движение невязкой несжимаемой жидкости. Полученные данные о местных скоростях в ядре потока могут быть использованы для дальнейшего определения локальных значений коэффициентов теплоотдачи. В то же время допущение о потенциальности течения ОЖ вносит значительную погрешность в расчет, поэтому на сегодняшний момент численное моделирование процесса охлаждения теплонапряженных деталей двигателя подразумевает решение уравнений переноса с учетом турбулентного характера движения ОЖ на основе CFD (Computational Fluid Dynamics). В связи с этим определение теплового состояния крышки цилиндра требует создания сложной математической модели с расчетной областью, состоящей из трех подобластей [10]: CFD-области для горячих газов в цилиндре, твердотельной модели детали и CFD-области ОЖ. Обычно ограничиваются последними двумя подобластями и проводят сопряженный расчет теплового состояния крышки цилиндров.

С точки зрения описания процесса кипения в современных методах исследования теплообмена в крышке цилиндра можно выделить следующие направления [5, 13].

1. Моделирование однофазного потока ОЖ с тепловыми граничными условиями, учитывающими увеличение интенсивности теплообмена при кипении. Недостаток такого подхода заключается в некорректном расчете полей плотности, температур и скоростей ОЖ. Преимуществом же является отсутствие моделирования паровой фазы, что значительно повышает производительность алгоритма. В рамках подобного подхода в работе [10] процесс охлаждения в СО дизеля 8ЧН13/14 был смоделирован путем изменения теплопроводности жидкости в конечном элементе (КЭ) у стенки в зависимости от температуры жидкости.

2. В гомогенном подходе принимается допущение, что пузырьки пара малы и идеально

перемешаны с жидкой фазой. Концентрация паровой фазы описывается дополнительной переменной — объемной долей, для которой записывается соответствующее уравнение переноса. При этом учитывается изменение плотности ОЖ, вызванное испарением жидкой фазы, но детальная межфазная динамика обычно не моделируется. Вследствие простоты и высокой программной эффективности такой метод является перспективным с точки зрения инженерных приложений.

3. В третьем подходе жидкая и паровая фаза моделируются отдельно с помощью двух наборов уравнений сохранения, причем тепломассообмен и обмен количеством движения между фазами моделируются напрямую. Связь между фазами устанавливается локально с помощью приближенно определяемых размера пузырька и числа активных центров парообразования. Этот метод является наиболее распространенным, несмотря на то, что точность результатов в значительной степени зависит от достоверности моделей, в то время как многие из них еще плохо разработаны. По сравнению с первыми двумя методами, увеличение вычислительного времени является значительным.

4. Четвертый метод аналогичен предыдущему. Однако здесь применяется конечно-элементная сетка с очень высоким разрешением, что позволяет моделировать детальную динамику пузырьков. Определение межфазной границы и межфазного взаимодействия является частью решения, а не модельными параметрами. Вследствие высоких вычислительных требований такой подход не имеет потенциала для инженерных приложений.

В целом ряде работ [5, 13, 14 и др.], посвященных моделированию кипения в СО ДВС, авторами был использован гомогенный подход. Такой метод не учитывает изменение структуры потока вследствие образования пузырей, однако значительное влияние паровой фазы на движение жидкости в полостях охлаждения будет проявляться только при приближении температуры ядра потока к температуре насыщения T_{SAT}. Подобный режим насыщенного кипения не допускается в СО ДВС, так как есть опасность перехода к пленочному режиму. В связи с этим представляется, что указанный недостаток гомогенного метода не является существенным.

Вместе с тем первый из описанных выше методов является наиболее рациональным по ряду причин. Поскольку жидкость рассматривается как однофазная система, упрощаются математические модели для описания процессов тепломассообмена и, соответственно, повышается скорость вычислений. Также нет необходимости в верификации модели двухфазного потока.

Реализация однофазного подхода требует знания зависимости для расчета теплового потока на охлаждаемой поверхности, когда локальная температура стенки $T_W \geqslant T_{SAT}$. В этих зависимостях выделяется два основных класса: механистические (mechanistic models) и эмпирические (general empirical correlations) модели [5, 11, 20].

Механистические модели построены на базовых механизмах теплообмена, связанных с конвекцией и парообразованием [11]. Полный тепловой поток на стенке q_W представляется как функция, в которой в явном виде присутствуют конвективный тепловой поток и тепловой поток, связанный непосредственно с процессом кипения. Достоинством механистических моделей является тот факт, что одно и то же уравнение применяется для описания различных режимов пузырькового кипения.

Механистическая модель впервые была предложена В. Розенау [15], который вычел из экспериментально полученного теплового потока конвективную составляющую и отнес остаточный член к пузырьковому кипению. В дальнейшем Розенау установил, что этот член по виду функциональной зависимости совпадает с уравнением, которое он предложил для насыщенного кипения в большом объеме:

$$\begin{gathered} q_W = q_{\text{конв}} + q_{\text{кип}}, \\ q_{\text{конв}} = \alpha_{\text{конв}}\left(T_W - T_\infty\right) = \alpha_{\text{конв}}\left(\Delta T_{SAT} + \Delta T_{SUB}\right), \\ q_{\text{кип}} = \mu_l L\sqrt{\frac{g\left(\rho_l - \rho_g\right)}{\sigma}}\left(\frac{c_{p,l}\Delta T_{SAT}}{C_S L}\right)\mathrm{Pr}_l^{-\gamma}, \end{gathered} \tag{1}$$

где T_W — температура стенки; T_∞ — температура ядра потока; ΔT_{SAT} — перегрев стенки относительно температуры насыщения; ΔT_{SUB} — недогрев жидкости до температуры насыщения; α — коэффициент теплоотдачи; μ — динамическая вязкость; L — скрытая теплота парообразования; g — ускорение свободного падения; ρ — плотность; σ — коэффициент поверхностного натяжения; c_p — изобарная теплоемкость; C_S и γ — эмпирические коэффициенты, зависящие от сочетания металл—жидкость; индексы l, g, W означают, что параметры взяты для свойств жидкости, пара и стенки соответственно.

Аналогичный подход для описания q_W использовал и Р. Боуринг [16].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Robinson K., Hawley J. G., Campbell N. A. F.** Experimental and modelling aspects of flow boiling heat transfer for application to internal combustion engines // Journal of Automobile Engineering. — 2003. — Vol. 217, No. 10. P. 877—889.
2. **Чайнов Н. Д., Мягков Л. Л., Маластовский Н. С.** Моделирование теплообмена на охлаждаемых поверхностях крышек цилиндров двигателей // Машиностроение. — 2011. — № 10. — С. 52—56.
3. **Сопряженная задача** теплообмена при определении температурного поля крышки цилиндра среднеоборотного дизеля / Н. Д. Чайнов, Л. Л. Мягков, А. Х. Володин и др. // Двигатели внутреннего сгорания. — 2009. — № 2. — С. 3—7.
4. **A Model** for Application of Chen's Boiling Correlation to a Standard Engine Cooling System / M. Cardone, A. Senatore, D. Buono et al. // SAE paper. — 2008. — No. 01-1817. P. 12.
5. **Punekar H., Das S.** Numerical simulation of subcooled nucleate boiling in cooling jacket of IC engine // SAE paper. — 2013. — No. 01-1651. P. 12.
6. **Маластовский Н. С.** Методика определения локальных граничных условий со стороны охлаждения при расчете температурных полей крышек цилиндров двигателей: дис. ... канд. техн. наук. — М., 2011. — 156 с.
7. **Петриченко Р. М.** Системы жидкостного охлаждения быстроходных двигателей внутреннего сгорания. — Л.: Машиностроение, 1975. — 224 с.
8. **Рамазанов М. И.** Гидродинамика и локальный теплообмен в полостях охлаждения двигателей внутреннего сгорания: дис. ... канд. техн. наук. — М., 2002. — 160 с.
9. **Краснокутский А. Н.** Методика определения теплового и напряженно-деформированного состояния крышек цилиндров транспортных дизелей с учетом неупругого деформирования материалов: дис. ... канд. техн. наук. — М., 1992. — 166 с.
10. **Жилин А. А., Жаров А. В.** Численное моделирование теплообмена в рубашке охлаждения двигателя внутреннего сгорания // Известия МГТУ "МАМИ". — 2009. — № 2. — С. 69—79.
11. **Increased Cooling Power** with Nucleate Boiling Flow in Automotive Engine Applications / H. Steiner, G. Brenn, F. Ramstorfer et al. // New Trends and Developments in Automotive System Engineering. — 2011. — P. 249—272.
12. **Толубинский В. И.** Теплообмен при кипении. — Киев: Наукова думка, 1980. — 316 с.
13. **Bo T.** CFD Homogeneous Mixing Flow Modelling to Simulate Subcooled Nucleate Boiling Flow // SAE paper. — 2004. — No. 01-1512. P. 14.
14. **Numerical Simulation** of Boiling Heat Transfer in Water Jacket of DI Engine / F. Dong, Q. Fan, Y. Cai et al. // SAE paper. — 2010. — No. 01-0262. P. 11.
15. **Rohsenow W. M.** A method of correlating heat transfer data for surface boiling of liquids // ASME. — 1952. — Vol. 74. — P. 969—976.
16. **Warrier G. R., Dhir V. K.** Heat transfer and wall heat flux partitioning during subcooled flow nucleate boiling — a review // ASME Journal of Heat Transfer. — 2006. — Vol. 128. — P. 1243—1256.
17. **Chen J. C.** Correlation for boiling heat transfer to saturated fluids in convective flow // Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development. — 1966. — Vol. 5, No. 3. — P. 323—329.
18. **Forster H. K., Zuber N.** Dynamics of vapor bubbles and boiling heat transfer // AIChE Journal. — 1955. — Vol. 1. — P. 531—535.
19. **Reid R. C., Prausnitz J. M., Poling B. E.** The properties of gases and liquids. — New York: McGrawHill, 1987. — 741 p.
20. **Steiner H., Kobor A., Gebhard L.** A wall heat transfer model for subcooled boiling flow // International Journal of Heat Mass Transfer. — 2005. — Vol. 48. — P. 4161—4173.
21. **A unified model** for the prediction of bubble detachment diameters in boiling systems-II. Flow boiling / L. Z. Zeng, J. F. Klausner, D. M. Bernhard et al. // International Journal of Heat Mass Transfer. —1993. — Vol. 36, No. 9. — P. 2271—2279.
22. **Liu Z., Winterton R. H. S.** A general correlation for saturated and subcooled flow boiling in tubes and annuli, based on a nucleate pool boiling equation // International Journal of Heat Mass Transfer. — 1991. — Vol. 34. — P. 2759—2766.
23. **Kutateladze S. S.** Boiling Heat Transfer // International Journal of Heat Mass Transfer. — 1961. — Vol. 4. — P. 31—45.
24. **Лабунцов Д. А.** Физические основы энергетики. Избранные труды по теплообмену, гидродинамике, термодинамике. — М.: Издательство МЭИ, 2000. — 388 с.
25. **Podowski M. Z.** Toward mechanistic modeling of boiling heat transfer // Nuclear engineering and technology. — 2012. — Vol. 44, No. 8. — P. 889—896.
26. **Boyd R. D., Meng X.** Boiling curve correlation for subcooled flow boiling // International Journal of Heat Mass Transfer. — 1996. — Vol. 38. — P. 758—760.
27. **Kandlikar S. G.** Heat transfer characteristics in partial boiling, fully developed boiling and significant void flow regions of subcooled flow boiling // ASME Journal of Heat Transfer. — 1998. — Vol. 120, No. 2. — P. 395—401.
28. **Pioro I. L., Rohsenow W., Doerffer S. S.** Nucleate Pool-Boiling Heat Transfer. I: review of parametric effects of boiling surface // International Journal of Heat Mass Transfer. — 2004. — Vol. 47. — P. 5033—5044.
29. **Кутателадзе С. С.** Теплопередача при конденсации и кипении. Изд. 2-е, пер. и доп. — М.: Машгиз, 1952. — 232 с.
30. **CFD implementation** and experimental validation of the Chen model for heat transfer in nucleate boiling / C. Paz, E. Suárez, M. Concheiro et al. // Computational Methods in Multiphase Flow VII. — 2013. — Vol. 79. — P. 377—385.
31. **Implementation** of a nucleate boiling flux partitioning model for a CFD simulation of compact heat exchangers based on the local estimation of bulk properties / C. Paz, J. Porteiro, A. Copo et al. // Advances in Fluid Mechanics X. — 2014. — Vol. 82. — P. 27—36.

УДК 629.113.001.4.017
В. С. Устименко, канд. техн. наук, НИИЦ АТ 3 ЦНИИ Минобороны России
E-mail: ustimenko.vs@mail.ru

УПРАВЛЯЕМЫЕ РЕЖИМЫ ИСПЫТАНИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ФОРСИРОВАННОГО НАГРУЖЕНИЯ ИХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ

В статье представлен способ дорожных ускоренных испытаний многоцелевых автомобилей на надежность двигателя и агрегатов трансмиссии путем воспроизведения (эксплуатационного моделирования) объема воздействия стандартных испытательных дорог на испытываемый образец в специальном (форсированном) режиме испытаний раздельно на дороге с твердым покрытием и грунтовой дороге удовлетворительного состояния.

Ключевые слова: *ускоренные испытания, форсированный режим испытаний, виды испытательных дорог, полуцикл разгона, полуцикл торможения. Крутящий момент. Частота вращения вала двигателя.*

The article presents a method for accelerated road tests of multi-purpose vehicles for the reliability of the engine and transmission units by reproducing (operational modeling) the amount of influence of standard test roads on the test sample in a special (forced) test mode on a surfaced road and a dirt road in the satisfactory condition separately.

Keywords: *accelerated tests, forced test mode, types of test roads, half cycle acceleration, half cycle deceleration, torsion torque, shaft speed of the engine.*

При оценке качества создаваемых опытных образцов автомобильной техники и стабильности характеристик изделий их серийного производства ведущую роль по-прежнему занимают натурные испытания в нормативном пробеге по видам дорог [1, 2].

В источнике [3] достаточно подробно раскрыты проблемы современных методов испытаний автомобильной техники и пути их преодоления и, несмотря на то, что с момента публикации статьи прошло почти 10 лет, некоторые из них, тем не менее, продолжают оставаться нерешенными. И все-таки в рамках нормативных испытаний был изменен чрезвычайно важный норматив, касающийся норм пробега для оценки безотказности, который, как было указано в статье [3], слепо следовал в фарватере все возрастающей гарантийной наработки, достигшей до недавнего времени 50 тыс. км, а в проектах до 60 тыс. км со всеми вытекающими последствиями. Рядом исследований в НИИЦ АТ, в том числе использованных в качестве начального исходного материала, например, опубликованного в журнале "Автомобильная промышленность", 2000, № 12 "Тип дороги и его влияние на безотказность АТС", убедительно доказано, что для достижения полноты проверки качества по параметрам безотказности, в частности многоцелевых автомобилей, необходим и достаточен пробег в объеме 30 тыс. км. Указанный норматив закреплен в НТД системы ОТТ по многоцелевым машинам и образцам, созданным на их базе (кузова-фургоны, средства технического обслуживания, подвижные ремонтные материалы и др.) и используется на практике начиная с 2017 г.

Фактически произошло разделение одного норматива — "гарантийная наработка" на два самостоятельных: собственно гарантийная наработка, устанавливаемая предприятием отрасли в любых наперед заданных объемах и пробег автомобиля для оценки его безотказности в виде константы (30 тыс. км). Это обеспечило снижение материальных затрат и времени на проведение испытаний и более оперативное получение результатов испытаний и стало больше соответствовать современным темпам разработок новых изделий, обеспечивая при этом необходимую воспроизводимость результатов испытаний с учетом разработанных новых технологий и контроля режима испытаний. Работа по другим проблемным вопросам продолжается.

Второй путь совершенствования системы испытаний и повышения ее эффективности — разработка и внедрение ускоренных методов испытаний путем использования более высокого уровня нагружения элементов конструкции, не превышающего значений, встречающихся в процессе их эксплуатации, но прикладываемых с большей частотой.

Такой характер нагружения был достигнут на комплексе специальных сооружений и дорог с твердым покрытием разной геометрии и профиля.

Как указано в [3], к настоящему времени разработана методическая база ускоренных испытаний полноприводных автомобилей в НИЦИАМТ ФГУП НАМИ и НИИЦ АТ 3 ЦНИИ Минобороны России и закреплена рядом стандартов, которая продолжает развиваться в направлении устранения некоторых недостатков. В частности, методическая основа ускоренных испытаний базировалась, в основном, на усталостном характере проявления повреждений, объем которых рассматривался как основной, достигающий 50 % всех выявленных дефектов. Вместе с тем анализ отказов и повреждений, выявленных за последние годы, показывает, что доля повреждений усталостного характера по основным агрегатам существенно сократилась, что свидетельствует о том, что прочность деталей основных узлов и агрегатов и технология их изготовления стала выше.

Это позволяет считать, что математическая модель расчета нормативов ускоренных испытаний, базирующаяся на экспериментальные исследования, должна быть дополнена, а программа этих исследований — расширена более широким спектром нагружения, учитывающим наряду с циклическим нагружением, трибологическое воздействие. Такое комбинированное воздействие могло бы быть реализовано, особенно для двигателя и агрегатов трансмиссии, в специальном режиме со знакопеременной нагрузкой заданной частоты.

Наиболее близким к указанному был рассмотрен известный режим под названием режим "разгон-торможение", используемый к тому времени на дороге с усовершенствованным покрытием и включенный в технологию ускоренных испытаний [4] в объеме 3 % суммарного пробега. При этом в источнике [4] не приводится ни технология указанного режима, ни физический смысл и цель его использования, ни тем более обоснование его норматива по пробегу. Кроме того, грунтовая дорога удовлетворительного состояния из технологии ускоренных испытаний была удалена полностью без какой-либо эквивалентной замены воздействия этой дороги на автомобиль.

Была поставлена задача разработать такой режим применительно к многоцелевым автомобилям на дороге с твердым покрытием и грунтовой дороге удовлетворительного состояния с использованием разработанных нормативов как для эквивалентной замены указанных дорог в объеме нормальных испытаний (соответственно 6,0 и 9,0 тыс. км), так и при разработке программы ускоренных испытаний в комплексе форсированного нагружения деталей всего автомобиля по параметру циклических механических напряжений и частоте их формирования путем использования искусственных дорожных сооружений разного профиля (крупнобулыжный участок, шашечный участок, косоволновый участок, клиновые холмы и другие участки) комплексной испытательной трассы (КИТ) НИИЦ АТ "3 ЦНИИ" Минобороны России и сменные неровности и профилированный булыжник НИЦИАМТ ФГУП "НАМИ", вызывающие при вертикальном воздействии появление дефектов деталей усталостного характера, в основном по ходовой части (рама, рессоры, кабина, балки мостов, кронштейны крепления и др. [5]). Вместе с тем, вследствие ограниченной скорости в пробеге по этим дорогам и сооружениям двигатель и трансмиссия работают с малыми нагрузками, а их повреждение не только не форсируется, но, напротив, ослабляется в сравнении с эксплуатацией или нормальными испытаниями [6].

Таким образом, введение в программу ускоренных испытаний специального режима нагружения обеспечивает комплексное воздействие на автомобиль разных его форм с избирательным воздействием каждой из них на его отдельные узлы и агрегаты при использовании спецучастков КИТ и указанного режима испытаний при одновременной оценке уровня нагружения параметрами циклической прочности и трибологической стойкости.

Методическая основа дополнения программы представлена ускорением и форсированием испытаний на надежность двигателя и агрегатов трансмиссии образца автомобильной техники путем воспроизведения (эксплуатационного моделирования) воздействия стандартных испытательных дорог: асфальтированной (А) и грунтовой дороги удовлетворительного состояния (Г) в специальном режиме на тех же видах испытательных дорог.

Суть заключается в следующем. Движение на А-дороге начинают с передачи, используемой при трогании с места при быстром включении сцепления (0,3...0,4 с), а разгон выполняют при полной подаче топлива до момента достижения номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя (чкв) $n_{ном}$, соответствующей его максимальной мощности. После чего отключают подачу топлива, при которой двигатель переходит в режим торможения с одновременным снижением чкв и скорости движения, темпы которых определяются насосными потерями в двигателе и величиной коэффициента категории дороги Ψ_A [2].

Таблица 1

Замедляющая передача в делителе	Скорость движения автомобиля, км/ч, при частоте вращения вала двигателя, n, мин$^{-1}$								
I (пов.) ступень демультипликатора	$i_{кп}$	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
(I) V	3,02	9,8	12,3	14,7	17,1	19,6	22,1	24,5	27,0
(II) VI	2,08	14,2	17,8	21,3	24,9	28,5	32,0	35,6	39,1
(III) VII	1,43	20,7	25,9	31,0	36,2	41,4	46,6	51,7	56,9
(IV) VIII	1,00	29,6	37,0	44,4	51,8	59,2	66,6	74,0	81,4
$VIII_у$	0,84	35,2	44,0	52,9	61,7	70,5	79,3	88,1	96,9

При снижении чкв до величины, соответствующей максимальному крутящему моменту $n_{M_{max}}$, включают следующую более высокую передачу в коробке передач с последующим разгоном автомобиля при полной подаче топлива до момента достижения $n_{ном}$. В дальнейшем с помощью указанных алгоритмов испытания продолжают до момента достижения максимальной скорости V_{max} на высшей передаче. В последующем испытания переводят указанными ступенями в обратной последовательности с отключением подачи топлива на режим торможения. При этом переключение передач вниз производят также при чкв $n_{M_{max}}$ и в режиме, исключающем перекрутку двигателя, так как под действием кинетической энергии движущегося автомобиля в первый момент включения низшей передачи происходит резкое возрастание чкв.

Испытания в тормозном режиме продолжаются указанными циклами по достижении автомобилем скорости движения 10 км/ч с последующей его остановкой при помощи тормозной системы и разворотом для повторения всего комплекса циклов.

При реализации указанных циклов достигается знакопеременная наибольшая нагрузка всех взаимодействующих деталей двигателя и трансмиссии с частотой смены циклов определяемой скоростной характеристикой двигателя и значением показателя $\Psi_А$ и различной природой ее проявления в части усталостной прочности (поломок) и трибологического воздействия (повышенных износов).

Использование специального режима для ускорения (по времени и пробегу) и форсировки (по уровню нагружения при формировании циклической прочности и трибологической стойкости) реализовано, в частности, на автомобиле КАМАЗ-6450 в составе 16-ступенчатой коробки передач 16S151, снабженной демультипликатором и делителем.

При планировании испытаний по исходным данным табл. 1, выражающим зависимость скорости движения от номера включенной передачи и частоты вращения коленчатого вала двигателя (3-й блок передач: замедляющая передача в делителе и повышающая ступень в демультипликаторе (*Д*) на рис. 1) построены характеристики на полуцикле разгона автомобиля на дороге А.

Как указано, испытания в первом полуцикле начинают с I (V) передачи с места при полной подаче топлива до момента достижения номинальной чкв $n_{ном}$ = 2200 мин$^{-1}$ (точка *5*), при достижении которой двигатель при отключении подачи топлива переводят в режим торможения; в точке *а* ($n_{M_{max}}$ = = 1200 мин$^{-1}$) включают II (VI) передачу и в том же режиме доводят до $n_{ном}$ (точка *б*) с последующим переводом в режим торможения; в точках *б*, *в* и *г* процессы повторяются до разгона автомобиля на VIII передаче до скорости 96,9 м/ч, при которой на втором полуцикле выполняют торможение двигателем с переходом на низшие передачи.

Применительно к грунтовой дороге удовлетворительного состояния с коэффициентом $\Psi_{гу}$ = 0,07 [2] выбирают передачи в коробке передач (2-й блок передач: ускоряющая в делителе и понижающая — в демультипликаторе) и по исходным данным табл. 2 строят характеристики

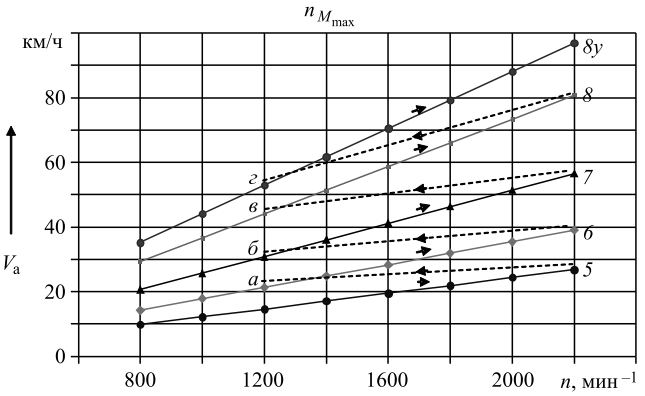

Рис. 1. Характеристики на полуцикле разгона автомобиля КАМАЗ-6450 на асфальтированной дороге при повышающей ступени в демультипликаторе коробки передач

Таблица 2

Ускоряющая передача в делителе	Скорость движения автомобиля, км/ч, при частоте вращения вала двигателя, n, мин$^{-1}$								
I (пон.) ступень демультипликатора	$i_{кп}$	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
I	11,56	2,6	3,2	3,8	4,5	5,1	5,8	6,4	7,0
II	7,96	3,7	4,7	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3	10,2
III	5,48	5,4	6,8	8,1	9,5	10,8	12,2	13,5	14,9
IV	3,83	7,7	9,7	11,6	13,5	15,5	17,4	19,3	21,2
(I) V	3,02	9,8	12,3	14,6	17,1	19,5	21,9	24,4	26,8

разгона (рис. 2) автомобиля с включением дополнительной V передачи 3-го блока –*1*(*5*). Разгон и торможение выполняют аналогичным образом, что и на асфальтированной дороге.

На специальный режим ускоренных испытаний получен патент на изобретение [7], в котором изложены обоснования нормативов пробега (в км) на дорогах А и Г при полной замене нормативного пробега по указанным дорогам (6,0 и 9,0 тыс. км), а в стандарте организации [8] — пробеги по программе ускоренных испытаний, как часть общего пробега по спецучасткам КИТ и тяжелым грунтовым дорогам, эквивалентного нормативному пробегу (30,0 тыс. км).

На 20-м Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий (Архимед) в 2017 г. разработанный способ был удостоен золотой медали с вручением диплома.

Принимая во внимание, что в последнее время активное внедрение в конструкцию многоцелевых автомобилей получают автоматические гидромеханические трансмиссии, например, на автомобилях Тайфун-К и Тайфун-У, встал вопрос о разработке специального режима применительно к автомобилям с такими трансмиссиями. И такой способ разработан, опробован на указанных автомобилях и готов к использованию. Методическая

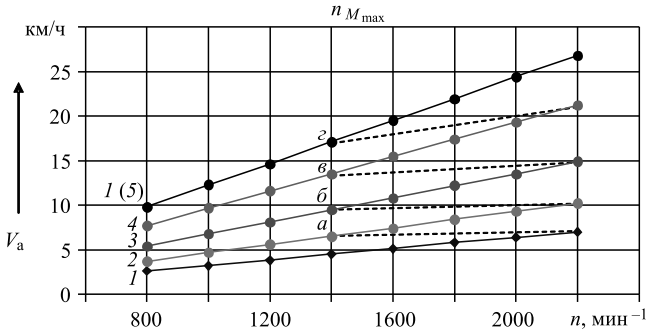

Рис. 2. Характеристики на полуцикле разгона автомобиля КАМАЗ-6450 на грунтовой дороге удовлетворительного состояния при понижающей ступени в демультипликаторе коробки передач

основа этого метода может быть опубликована в ближайших номерах журнала "Грузовик".

Разработанные способы ускоренных испытаний обеспечивают:

— сокращение пробега и времени испытаний многоцелевых автомобилей на стандартных видах дорог, используемых при нормальных испытаниях, на асфальтобетонных в 4,2 раза (с 6000 до 1430 км), грунтовых дорогах удовлетворительного состояния в 8,9 раза (с 9000 до 1015 км) при эквивалентных уровнях нагружения двигателя и агрегатов трансмиссии;

— исключение потребности в строительстве на полигоне испытаний автотранспортных средств спецучастков, обеспечивающих знакопеременную нагрузку с заданной частотой на двигатель и агрегаты трансмиссии;

— использование вне испытательных полигонов дорог общего пользования;

— сокращение материальных затрат на топливо, заработную плату водителям, командировочные расходы и других видов затрат до трех раз и более.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ОСТ 37.001.472—88.** Приемочные испытания автотранспортных средств. Типовая программа испытаний. Введ. 1989-01-01. — М.: НАМИ, 1989.
2. **ОСТ 37.001.520—96.** Категории испытательных дорог. Параметры и методы определения. Введ. 1997-07-01. — М.: "Дорожный транспорт", ТК56, 1996.
3. **Устименко В. С.** Проблемы современных методов испытаний автомобильной техники для оценки ее надежности // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 9. — С. 30—32.
4. **РД 37.001.109—89.** Инспекционные испытания автотранспортных средств. Программа и методы испытаний. Введ.1989-04-10. — М.: Минавтосельхозмаш, 1989.
5. **Яценко Н. Н.** Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей. — М.: Машиностроение, 1972.
6. **Безверхий С. Ф., Яценко Н. Н.** Основы технологии полигонных испытаний и сертификации автомобилей. — М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
7. **RU Патент № 25823119 C2 G 01M 17/00** от 31.03.2016 г.
8. **СТО 1.49.55—2009.** Испытания ВАТ. Методика ускоренных испытаний АМН 4×4, 6×6, 8×8 "КАМАЗ" и "УРАЛ" с использованием спецучастков КИТ. Введ. 2010-01-01. — Бронницы, НИИЦ АТ Минобороны России, 2009.

УДК 621.9, 67.5

В. С. Антипенко, д-р техн. наук, Московский государственный университет транспорта, РУТ (МИИТ), **В. М. Утенков,** д-р техн. наук, **Н. С. Николаева,** ассистент, МВТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: antipenkovs7@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРНЫХ РЯДОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦТЕХНИКИ

В статье предложен принцип построения перспективных размерных рядов металлорежущих станков. Введена дополнительная классификация станков. Поставлена задача оптимизации размерных рядов металлорежущих станков.

Ключевые слова: *металлорежущий станок, размерный ряд станков, классификация металлорежущих станков.*

In the article the principle of construction of the perspective dimension ranks of metal-cutting machines. Introduced additional classification tools. The task of optimization of dimension ranks of metal-cutting machines.

Keywords: *cutting machine, the size range of machine tools, classification of machine tools.*

В настоящее время продолжает оставаться актуальным вопрос о конкурентоспособности производства спецтехники, который, в свою очередь, определяет необходимость тщательного обоснования выбора используемого специализированного оборудования, в том числе и металлорежущих станков. При этом современный уровень развития промышленности и постоянное совершенствование продукции спецтехники приводит к тому, что постоянно возрастает номенклатура обрабатываемых деталей, что ведет к регулярному техническому перевооружению производств элементов спецтехники. Техническое перевооружение в свою очередь влечет необходимость разработки и использования наиболее конкурентоспособного металлообрабатывающего оборудования как в долгосрочном, так и кратковременном плане.

Повышение конкурентоспособности металлорежущих станков достигается, в частности, путем создания и выбора экономически обоснованных размерных рядов металлорежущих станков и оборудования, полностью обеспечивающего текущие и перспективные запросы потребителя.

В XX веке размерные ряды станков преимущественно формировались по принципу геометрической прогрессии, в котором значение главного параметра, образующего размерный ряд, определялось с использованием эмпирических коэффициентов [9]. Строгое научное обоснование с использованием дифференцированного подхода фактического распределения потребностей в металлорежущих станках различного предназначения отсутствовало ввиду сложности проблемы (потребности рынка отражались усреднено).

При разработке в нашей стране экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС) размерных рядов отмечали, что необоснованное расширение номенклатуры выпускаемых станков, сходных по своему назначению, приводит к уменьшению серийности выпуска, возрастанию себестоимости и цены станков и повышенным расходам на их эксплуатацию [4].

В табл. 1 представлены знаменатели размерных рядов основных технологических групп металлообрабатывающих станков.

Для создания новых современных производств элементов продукции спецтехники и проведения технических перевооружений производств необходимо, опираясь на долгосрочное техническое и экономическое прогнозирование, формирование соответствующей математической модели, учитывающей в том числе и существующие классификации станков и обрабатываемых на них деталей размерных рядов металлорежущих станков.

Одной из наиболее полных и основополагающих является предложенная ЭНИМС в 1963 г. классификация металлорежущих станков (табл. 2). Появление новых металлорежущих станков требует дополнения и расширения приведенной в табл. 2 классификации. Согласно данной классификации станки разбиваются на девять основных групп, которые подразделяются на девять типов. Данная

Таблица 1

Знаменатели размерных рядов основных технологических групп металлообрабатывающих станков

Технологическая группа металлообрабатывающих станков	Главный параметр	Диапазон изменения главного параметра типажных станков, мм	Знаменатель размерного ряда
Токарно-винторезные, токарные патронно-центровые и патронные станки	Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной	125...5000	$\sqrt[3]{2}$
Токарно-карусельные станки	Наибольший диаметр заготовки	1250...20 000	$\sqrt{2}$
Токарные многошпиндельные прутковые горизонтальные автоматы	Диаметр прутка	12...160	$\sqrt[3]{2}$
Вертикально-сверлильные станки	Наибольший условный диаметр отверстия при сверлении	3...12	2
Координатно-расточные и координатные сверлильно-фрезерно-расточные вертикальные станки	Ширина поверхности стола	250...2000	$\sqrt{2}$
Сверлильно-фрезерно-расточные станки	Ширина поверхности стола	200...2000	$\sqrt{2}$
Круглошлифовальные станки	Наибольший диаметр заготовки	100...800	$\sqrt[3]{2}$
Плоскошлифовальные станки	Ширина поверхности стола	160...800	$\sqrt{2}$
Электроэрозионные вырезные станки	Длина вырезаемого контура	160...800	$\sqrt[3]{2}$
Электрохимические копировально-прошивочные станки	Ширина поверхности стола	200...630	$\sqrt[3]{2}$
Зубофрезерные вертикальные полуавтоматы для цилиндрических колес	Наибольший диаметр заготовки зубчатого колеса	80...12 500	$\sqrt[3]{2}$
Фрезерные широкоуниверсальные инструментальные станки	Ширина поверхности стола	200...800	$\sqrt[3]{2}$
Продольно-фрезерные станки	Ширина поверхности стола	500...4500	$\sqrt{2}$
Продольно-строгальные станки	Ширина заготовки	1000...3150	$\sqrt[3]{2}$

классификация может быть расширена в связи с появлением иных способов обработки.

Научная классификация не является застывшей, она видоизменяется и дополняется с развитием техники и появлением новых способов обработки заготовок. Дополним существующую классификацию получившими в последние десятилетия значительное распространение на производствах многоцелевыми станками (многоцелевой станок (МС) или обрабатывающий центр — это станок, предназначенный для выполнения нескольких различных видов обработки металла резанием, оснащенный системой ЧПУ и автоматической сменой инструмента [2]), в которых происходит объединение переходов на одном станке.

МС можно разделить на три группы [3] по виду обрабатываемых заготовок и характеру преобладающих выполняемых переходов. В данную классификацию можно добавить еще одну группу МС — высокоскоростной обработки (ВСО) [7]. ВСО — одна из современных технологий, которая, по сравнению с обычным резанием, позволяет увеличить производительность, качество механообработки и точность.

Так, по сравнению с обычной обработкой проведение ВСО характеризуется малой глубиной

Таблица 2

Классификация металлообрабатывающих станков ЭНИМС

Станки	Группа	Типы станков								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы		Револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Винторезные	Много-резцовые	Специализированные для фасонных изделий	Разные токарные
		одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	Вертикально-сверлильные	Одношпиндельные полуавтоматы	Многошпиндельные полуавтоматы	Координатно-расточные одностенные	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Шлифовальные, полировальные, доводочные	3	Крупно-шлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоскошлифовальные с прямоугольным или круглым столом	Протирочные и полировальные	Разные станки, работающие абразивным инструментом
Комбинированные	4	Универсальные	Полуавтоматы	Автоматы	Электрохимические	Электроискровые	—	Электроэрозионные, ультразвуковые	Анодно-механические	—
Зубо-, резьбообрабатывающие	5	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валиков	Зубофрезерные для червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообрабатывающие
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные	Фрезерные непрерывного действия	—	Копировальные и гравировальные	Вертикальные бесконсольные	Продольные	Широкоуниверсальные	Горизонтальные консольные	Разные фрезерные
Стропальные, долбежные, протяжные	7	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяженные горизонтальные	—	Протяжные вертикальные	—	Разные строгальные
		одностоечные	двухстоечные							
Разрезные	8	Отрезные, работающие			Правильно-отрезные	Пилы			—	—
		токарным резцом	абразивным кругом	фрикционным блоком		ленточные	дисковые	ножовочные		
Разные	9	Муфто- и трубообрабатывающие	Пилонасекательные	Правильно- и бесцентрово-обдирочные	—	Для испытания инструмента	Делительные машины	Балансировочные	—	—

Таблица 3

Многоцелевые станки или обрабатывающие центры (дополнение к табл. 2 классификации металлообрабатывающих станков)

Назначение станка	Группа	1	2	3	4
Сверлильно-фрезерно-расточные с главным движением — вращением инструмента	1	3-координатные	4-координатные	5-координатные	6-и более координатные станки — "гексаподы" [4]
Токарно-сверлильно-фрезерно-расточные с главным движением — вращением детали или инструмента	2	3-координатные	4-координатные	5-координатные	
Для выполнения разнородных переходов и оригинальной компоновкой	3	3-координатные	4-координатные	5-координатные	
ВСО сверлильно-фрезерно-расточные с главным движением — вращением инструмента	4	3-координатные	4-координатные	5-координатные	
ВСО токарно-сверлильно-фрезерно-расточные с главным движением — вращением детали или инструмента	5	3-координатные	4-координатные	5-координатные	
ВСО для выполнения разнородных переходов и оригинальной компоновкой	6	3-координатные	4-координатные	5-координатные	

(0,3...4 мм) и шириной (0,3...1 мм) резания при частоте вращения шпинделя до 40 000 мин$^{-1}$ и рабочей подаче до 20 м/мин. В мировом станкостроении сегодня наблюдается устойчивая тенденция создания станков с ЧПУ, предназначенных для ВСО. Использование многоцелевых станков и станков ВСО позволяет повысить эффективность обработки по сравнению с использованием одноцелевых станков за счет времени транспортирования деталей, уменьшения подготовительно-заключительного времени, обеспечение точности (благодаря исключению переустанова заготовок), сокращение площади, электроэнергии и т. д., что экономически выгодно.

Таким образом, с учетом изложенного можно предложить дополнение к классификации станков (табл. 3).

Для современных и перспективных производств характерно усложнение конструкций машин в связи с перманентным расширением номенклатуры обрабатываемых деталей, что требует обязательного предварительного изучения и классификации номенклатуры планируемых для изготовления деталей. Предложенная в работе [5] классификация по типу обработки заготовки (рис. 1) упрощает выбор требуемого оборудования для обработки заготовок, дает возможность быстро переналаживать производство при возникающей необходимости и может быть использована как входная информация для математической модели оптимизации значений размерных рядов металлорежущих станков.

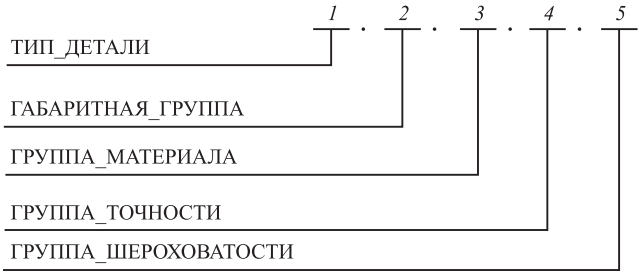

Рис. 1. Код классификационных группировок

Предлагаемый авторами статьи подход заключается в рассмотрении задачи получения значений размерных рядов металлорежущих станков как математической задачи автоматизации управления процессами формирования размерного ряда металлообрабатывающих станков, которая, в свою очередь, является задачей оптимизации с многими переменными, в том числе с такими, как параметры классификации станков и параметры классификации обрабатываемых на них деталей, а также в рассмотрении процесса создания оборудования как элемента логистики (рис. 2).

Математическая модель оптимизации размерного ряда содержит критерий эффективности ряда, позволяющий устанавливать искомые значения технико-экономических параметров и показателей металлорежущих станков и оборудования. Пусть имеется совокупность технических параметров $\overline{T}$ и экономических показателей $\overline{E}$.

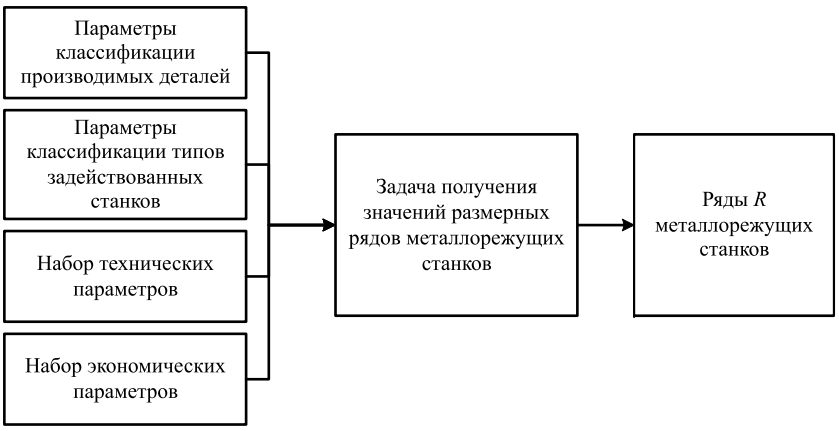

Рис. 2. Элементы классификации обрабатываемых деталей и создаваемого оборудования как элементов логистики

Введем целевую функцию $F(\bar{T},\ \bar{E},\ \bar{R})$ — основу критерия эффективности искомого оптимального размерного ряда (ряд, для которого целевая функция достигает минимума). Критерий также должен учитывать так называемые затраты на адаптацию $\bar{R}$, т. е. затраты, возникающие вследствие несовпадения требуемых значений параметров станков и предлагаемых [10]. Это типичная проблема внутренней логистики, связывающей материальные потоки (детали, станки и т. п.) с экономическими потоками (затраты на производство, реновацию и т. п.) за время жизни станка. Тогда критерий ряда (целевой функционал) запишем в виде [1]:

$$F(\bar{T},\ \bar{E},\ \bar{R}) \to \min.$$

Таким образом, требуется установить количество членов ряда N и автоматизировать процесс оптимизации значений параметров для всех N, чтобы минимизировать величину целевого функционала, построенного из технико-экономических функций, характеризующих изделия, при условии выполнения запланированного объема работ. Другими словами, оптимальный размерный ряд должен, с одной стороны, обеспечивать выполнение всех планируемых объемов работ полностью за время жизни станка с минимальными затратами.

Итак, возникает необходимость установления структуры и вида целевого функционала с советующим ограничением на значения параметров и показателей.

Исходя из вида и структуры целевого функционала, выбирается метод установления оптимальных значений параметров ряда металлорежущих станков, т. е. устанавливается оптимальный размерный ряд станков.

Выводы

В работе обсуждаются принципы построения перспективных размерных рядов металлорежущих станков с учетом недавно введенной дополнительной классификации станков и предложенной в [5] классификация деталей. Рассматривается задача оптимизации размерных рядов металлорежущих станков. В последующих публикациях коллективом авторов планируется изложение результатов исследований с примером построения перспективного ряда станков для заданного объема работ на примере конкретной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Антипенко В. С., Кац Г. Б., Петрушов В. А.** Модели и методы оптимизации параметрических рядов машин. — М.: Машиностроение, 1990.
2. **Багров Б. М., Козлов А. М.** Многоцелевые станки. — Липецк: ЛГТУ, 2004.
3. **Васильев В. С., Лещинский П. Ю., Хлебалин Н. Ф.** Современная классификация металлорежущих станков и станочных систем: Основные термины и определения // Станки и инструмент. — 1984. — № 2.
4. **Вереина Л. И., Черпаков Б. И.** Технологическое оборудование машиностроительного производства. — М.: Академия, 2012.
5. **Галий В. В.** Повышение эффективности проектирования производственных участков на основе направленного формирования номенклатуры изделий и использования количественно оцениваемого подобия решений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Место защиты: — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 16 с.
6. **Мещерякова В. Б., Стародубов В. С.** Металлорежущие станки с ЧПУ. — ИНФРА-М, 2015. — 336 с.
7. **Мещерякова В. Б., Николаева Н. С.** Современные подходы к проектированию и модернизации станков с ЧПУ при внедрении высокоскоростной обработки // Технология машиностроения. — 2018. — № 2.
8. **Проектирование** автоматизированных станков и комплексов: учебник в 2 т.; под ред. П. М. Чернянского. —М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
9. **Рекомендация Р3-63.** Экономическое обоснование выбора параметрических и размерных рядов в стандартах и нормалях. — М.: ВНИИНмаш и ВНИИС. Изд. 2-е, 1966.
10. **Дж. ван Эттингер, Дж. Ситиг.** Больше... через качество. — М.: Издательство Стандартов, 1968.

УДК 629.018

Е. В. Малая, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Донской государственный технический университет", г. Ростов-на-Дону
E-mail: elevicma@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Определены связи между структурой и процессом производства порошков, а также было исследовано в работе их влияние на эксплуатационные параметры магнитных продуктов. Магнитные характеристики железа и облигаций, которые остаются перспективными для этих целей, были измерены на отдельные частицы. Статистический анализ был выполнен на электронном экране микроскопа в виде фотографий. Результаты анализа показывают, что намагниченность насыщения порошков существенно зависит от типа примеси и метода их внедрения в кристаллическую решетку железа.

Ключевые слова: *композиционные порошковые материалы, магнитные материалы, намагниченность, однофазность, легирование, растровый электронный.*

The connection between structure and production process of powders and also their effect on operational parameter of magnetic products were investigated in the work. The magnetic characteristics of iron and bonds, which stay perspective for this purposes, were measured at a separate particles. The statistical analysis was made on screen electronic microscope photographs. The results of analysis show, that saturation magnetization of the powders considerably depend on type of the impurity and method their introduction in crystal lattice of iron.

Keywords: *composite powder materials, magnetic materials, magnetization, odnofaznogo, alloying, scanning electron microscope.*

Введение

Высококачественные композиционные магнитные материалы играют важную роль в современной технике, так как составляют существенный элемент в конструкциях множества машин и приборов, используемых в машиностроении, в том числе и транспортных средств. Магнитные материалы обеспечивают широкое развитие электротехники, радиотехники, измерительных приборов и других устройств. В современных транспортных средствах все чаще используются современные технологии и материалы. Альтернативным вариантом использования традиционных материалов становятся порошковые композиционные магнитомягкие материалы для изделий электротехнического назначения. В электротехнике основным свойством таких материалов является создание максимального магнитного потока при минимальных потерях. Таким требованиям в определенной степени отвечают электротехнические стали. Производство таких материалов остается весьма дорогостоящим. Менее трудоемким и дорогостоящим, но более перспективными являются порошковые магнитные материалы.

Задача создания новых высококачественных электротехнических материалов определена тем, что годовое производство трансформаторного листового железа в России составляет миллионы тонн. Это связано с производством огромного количества электроэнергии, ее преобразованием и использованием. Только для изготовления генераторов используется примерно 2/3 объема. Если трансформаторное листовое железо заменить материалами, полученными методами порошковой металлургии, то можно значительно уменьшить габариты трансформаторов и машин, что позволит повысить экономию электроэнергии путем снижения потерь и позволит добиться экономии других материалов [1].

Методом порошковой металлургии можно получить материалы заданного состава с максимальным значением проницаемости железоникелевых материалов. Начальная магнитная проницаемость таких материалов почти не зависит от толщины ленты, чего не наблюдается на литом и катаном материалах. Например, внедрение порошковых изделий этого класса дало возможность сэкономить до 30 % дорогостоящего никеля [2, 3].

Исследование магнитных свойств

Магнитные свойства порошков, в первую очередь гистерезисные, зависят от состава, фазового равновесия, микроструктуры, дефектов кристаллического строения, включений и растворимых примесей, термической обработки и других факторов. При изготовлении изделий методом порошковой металлургии их магнитная структура, помимо перечисленных факторов, будет зависеть от свойств полуфабриката: порошка, свойства которого определяются, помимо природы материала, дисперсностью и спектром размеров, формы и состояния поверхности частиц, а также степенью и характером конгломерации. К основным требованиям относятся однофазность и низкая плотность дефектов кристаллического строения.

Однофазность характеризуется минимальным количеством включений (как типа избыточной фазы, так и включений металлургического происхождения). Низкое содержание примесей, за исключением улучшающих эксплуатационные свойства, — важное условие достижения высоких магнитных свойств. Кроме того, важно, чтобы магнитомягкие материалы обладали высокой однофазовой однородностью.

Магнитомягкие материалы должны иметь низкую плотность дефектов кристаллического строения. Это требование достигается путем проведения высокотемпературного отжига, обеспечивающего не только протекание рекристаллизации обработки, но и нормальный рост зерна (а в ряде случаев и вторичную рекристаллизацию) и создание условий, предотвращающих механические воздействия на магнитомягкие материалы как в процессе монтажа магнитных элементов, так и в процессе их эксплуатации.

Основная масса магнитопроводов в настоящее время изготавливается из прокатной листовой легированной стали. Высокая анизотропия листовой электротехнической стали строго ограничивает выбор конструкции магнитопроводов. Она также вызывает большие отходы при штамповке. Порошковые магнитопроводы уступают шихтованным из электротехнической стали и поэтому не могут полностью их заменить.

В настоящее время к числу наиболее широко применяемых методов получения железных порошков относятся: восстановление окислов, распыление, карбонильный метод, электролиз, а также химико-металлургические методы, такие как содовый, гидридно-кальциевый и диффузного насыщения. Менее распространены методы получения порошка для магнитомягких материалов механическим измельчением. Наиболее широко применяются методы восстановления из окислов, как показано на рис. 1, и распыления расплава (рис. 2).

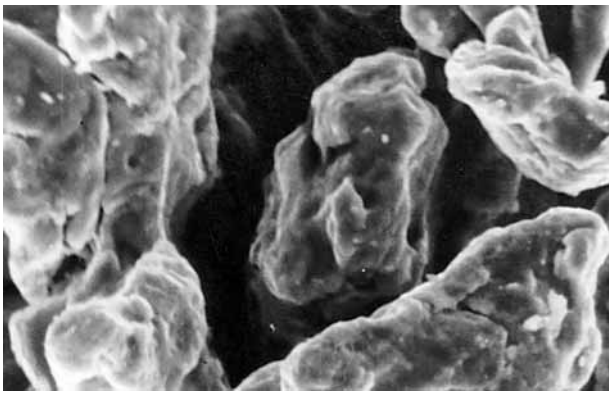

Рис. 1. Порошок железа, восстановленный из окислов

Рис. 2. Порошок железа, полученный распылением сплава

Проведенные исследования и анализ причин разрыва между теоретическими и экспериментальными характеристиками композиционных магнитомягких материалов показывает, что это объясняется отсутствием фундаментальных исследований кинетики процесса формирования структуры кристалла в спекаемом магнитном материале и динамики состояния поверхности частиц железа при взаимодействии с легирующими добавками до и после спекания [4]. Следствием этого являются ограниченные возможности управления технологическим процессом. Существует точка зрения, что высоких значений индукции можно добиться лишь введением конкретного компонента, который будет покрывать ферромагнитную частицу тонким электроизоляционным слоем.

Остаточная намагниченность частиц магнитомягких порошков, J_r, А/м

Размер частиц, мкм	Fe	Fe окислен.	Fe—5 % Si	Fe—6 % Si насыщенного	Fe—4,5 % Si восстановл. из лигатуры
10—20	110	84	95	75	—
20—30	70	54	90	64	—
30—40	78	48	91	65	—
40—50	47	46	70	44	53
50—60	43	60	—	—	55
60—70	54	53	—	—	—

Для повышения электрического сопротивления порошкового магнитного материала и уменьшения вихревых токов проводились работы с применением сольвент-метода, легирование кремнием и фосфором, введением упорядоченно расположенных диэлектрических включений [4]. Покрытие частиц железного порошка электроизоляционным слоем не приводит к эффективным результатам. Жидкое стекло имеет плохую смачиваемость с железом и не покрывает поверхность железа необходимой изоляционной пленкой. Оно чаще всего скапливается в межзеренном пространстве, как показано на рис. 3. При введении в железный порошок феррита эффект аналогичен (рис. 4).

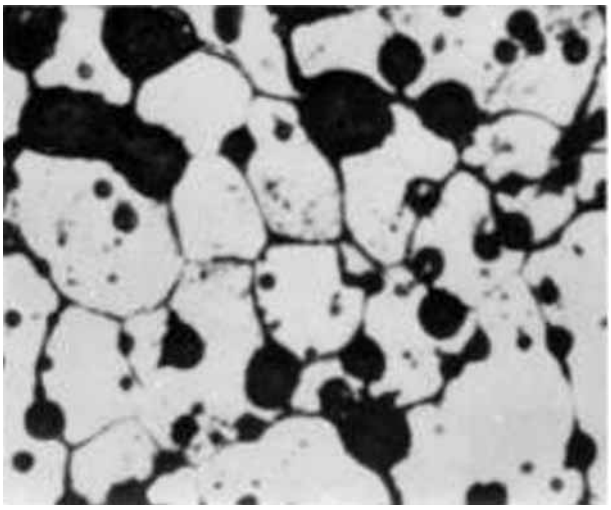

Рис. 3. Введение жидкого стекла в порошок железа

Магнитные характеристики железа и соединений Fe—Si, которые остаются самыми перспективными для достижения необходимых эксплуатационных свойств, измерялись у отдельных частиц, ансамблей частиц, и изделий, полученных из этих материалов. Сплавы железо—кремний выбраны с различным содержанием кремния. Остаточная намагниченность определялась у отдельных частиц, предварительно намагниченных в постоянном поле $1{,}6 \cdot 10^{3}$ кА/м. Статистический обсчет проводился по фотоснимкам, выполненном на растровом электронном микроскопе. Результаты измерений представлены в таблице.

Результаты проведенных исследований дают основание полагать, что этого явно недостаточно, и прежде всего на начальном этапе необходимо произвести дополнительные технологические операции, связанные со снижением до минимума количества слабомагнитного объема в железном порошке.

Остаточная намагниченность отдельных крупных частиц размером 60—80 мкм практически одинакова у всех исследованных соединений, независимо от структуры и химического состава и находятся в пределах 40—60 А/м. Но у частиц, разме-

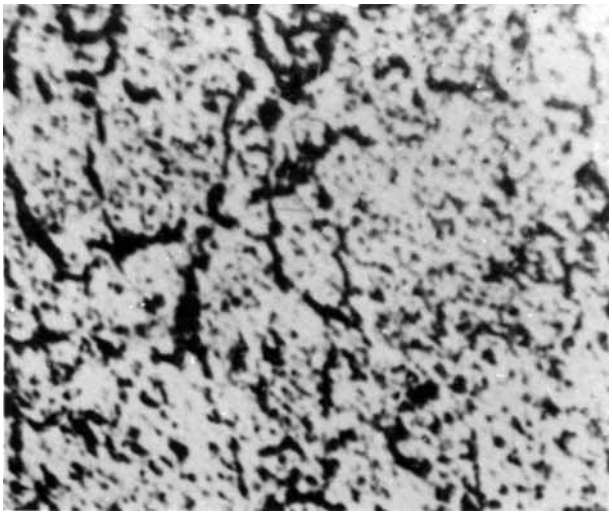

Рис. 4. Введение ферритового порошка в порошок железа

ром менее 0 ± 5 мкм разброс значений остаточной намагниченности больше (от 110 до 60 А/м). Анализ статистического распределения частиц по размерам показал, что наибольшее количество частиц имеет размер ≈50 мк. Эти частицы как раз и обладают низкими значениями остаточной намагниченности.

Заключение

В результате исследований выявлены основные факторы, позволяющие реализовать модель порошкового магнитного материала для работы в переменных полях из изолированных монокристаллических частиц. Основные причины, по которым потери при перемагничивании порошкового материала почти на порядок больше, чем у набранного из листового железа:

— обилие всевозможных нарушений кристаллической структуры, что приводит к снижению индукции и большим гистерезисным потерям;

— отсутствие полной электрической изоляции частиц, чем объясняются большие потери на вихревые токи;

— наличие большого объема немагнитного вещества в объеме магнитного материала, что приводит в свою очередь к снижению индукции и потерь на гистерезис.

Проведенные теоретические исследования определили реальную возможность реализации модели магнитного порошкового материала, состоящего из монокристаллических электрически изолированных частиц, что дает возможность получить материал с необходимыми служебными характеристиками. Первая и третья причины полностью связаны с чистотой технологического процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мишин Д. Д.** Магнитные материалы. — М.: Высшая школа, 1991. — 385 с.
2. **Малая Е. В., Решенкин А. С., Гончаров Р. А., Воробьев С. С.** Свойства порошковых композиционных магнитомягких материалов электротехнического назначения // Заготовительные производства в машиностроении. — 2015. — № 5. — С. 45—48.
3. **Малая Е. В.** Свойства железоникелевых порошков для изделий электротехнического назначения // Технология металлов. — 2003. — № 1.
4. **Влияние структуры** и метода получения порошков на магнитные свойства материалов / Малая Е. В., Люлько В. Г. // Труды Европейской конференции "PM—97". — Мюнхен, Германия, 1997.

"Антиконтрафакт-2017"

Делегация "КАМАЗа" приняла участие в пятом Международном форуме "Антиконтрафакт-2017", посвященном проблемам защиты прав интеллектуальной собственности и противодействию незаконному обороту промышленной продукции.

Форум состоялся в Бишкеке при поддержке правительства Киргизской Республики, Евразийской экономической комиссии (ЕЭК), Минпромторга РФ и Международной ассоциации организаций "Антиконтрафакт". Деловая программа включала пленарные заседания, секции и круглые столы, где обсуждались актуальные вопросы в сфере защиты прав на объекты интеллектуальной собственности и противодействия незаконному обороту промышленной продукции. В форуме приняли участие свыше 500 представителей органов государственной власти, бизнес-сообществ, научных кругов, правообладатели и эксперты. Делегацию "КАМАЗа" возглавлял заместитель генерального директора по безопасности Ильдар Шамилов.

В своем выступлении Шамилов подробно остановился на проблеме ввоза и оборота контрафактных запасных частей и автокомпонентов и рассказал о принятых в компании мерах по усилению защиты прав автопроизводителей и борьбе с оборотом контрафактных запчастей. Опыт лидера российского грузового машиностроения вызвал большой интерес участников форума. Также камазовские специалисты выступили с презентацией и докладом на тему "Незаконное использование общеизвестного товарного знака в доменном имени", этот же материал опубликован в спецвыпуске издания "Вестник Кыргызпатента: Вопросы интеллектуальной собственности и инноваций".

В рамках мероприятия состоялись переговоры с представителями ФТС России и Казахстана о дальнейших совместных действиях по усилению защиты прав автопроизводителей. По итогам форума определен ряд конструктивных предложений, которые будут способствовать совершенствованию работы Евразийской экономической комиссии в сфере защиты прав на объекты интеллектуальной собственности, а также даны рекомендации по повышению эффективности противодействия незаконному обороту промышленной продукции.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 629.341:004.891.3

В. А. Максимов, д-р техн. наук, профессор, **А. А. Завгородний,** инженер, МАДИ,
П. В. Максимов, инженер, **А. А. Назаров,** канд. техн. наук, **Н. В. Поживилов,** канд. техн. наук,
ГУП "Мосгортранс"
E-mail: vamaximov57@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОБУСОВ ЛИАЗ-529221

В последнее время в автобусные парки ГУП "Мосгортранс" поступает новый низкопольный подвижной состав. Это автобусы Евро 4 и Евро 5. Они имеют основные узлы, системы и агрегаты, изготовленные различными производителями. Для эффективной работы автобусных предприятий необходимо создавать новую нормативную базу, отражающую особенности эксплуатации поступающего подвижного состава. Это в полной мере относится к удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 и ЛиАЗ-621321.

Ключевые слова: *автобусы, городские автобусы, подвижной состав, нормативы, эксплуатация подвижного состава, текущий ремонт, удельная трудоемкость текущего ремонта автобусов.*

Recently, in bus parks GUP "Mosgortrans" received new low-floor rolling stock. These are Euro 4 and Euro 5 buses. They have the main components, systems and units manufactured by different manufacturers. For the efficient operation of bus companies must establish a new regulatory framework reflecting the operating features of the incoming rolling stock. This fully applies to the specific complexity of the current repair of buses LiAZ-529221 and LiAZ-621321.

Keywords: *buses, city buses, rolling stock, standards, operation of rolling stock, maintenance, specific labor intensity of current repair of buses, motor company, bus fleet.*

(Рисунки на 2—4-й полосах обложки)

Общие положения

Для нахождения статистических характеристик и построения закона распределения удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 используется программа Statistika 10.0. Построение производится на основании выборки и предварительной обработки данных протоколов наблюдений за операциями текущего ремонта, полученных в условиях автобусного филиала ГУП "Мосгортранс".

Удельная трудоемкость текущего ремонта автобусов измеряется в часах на 1000 км пробега.

Построение закона распределения удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221

Вначале открываем программу Statistika 10.0 и попадаем на ее рабочий стол (рис. 1).

Затем создаем новый файл для ввода исходных данных [2].

Для этого открываем вкладку "File" и формируем новый файл нажатием функции "New". При этом высветилось диалоговое окно с задаваемыми параметрами (рис. 2).

Вводим число переменных — 1, число регистров — 81 по числу наблюдений (опытов). Нажимаем кнопку "OK". Таким образом, получено диалоговое окно, подготовленное для ввода исходных данных (рис. 3).

Вводим исходные данные удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 в программу Statistica. В результате получаем исходные данные для расчета статистических характеристик и построения закона распределения (рис. 4).

Активировав вкладку "Statistica", выбираем функцию "BasicStatistic" — "Descriptivestatistics" (рис. 5) и "OK". В полученном диалоговом окне для статистических характеристик исходных данных удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 (рис. 6) выбираем вкладку

"Advanced"и отмечаем галочками необходимые статистические характеристики.

Далее была выбрана функция "Variables" — "Var1" и "OK" и активирована функция "Summary". В результате получена таблица статистических характеристик исходных данных (рис. 7).

Основные результаты обработки полученных данных представлены в виде статистических характеристик.

Объем выборки: $N = 81$;

среднее значение (математическое ожидание): $\bar{X} = 0,32$;

среднеквадратическое отклонение: $\sigma = 0,20$;

коэффициент вариации: $\nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} = 0,63$.

По результатам расчета сделан вывод о законе распределения Вейбулла случайных величин удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 [2, 3], поскольку коэффициент вариации находится в указанных пределах ($0,40 \leqslant \nu \leqslant 0,80$).

Далее для построения плотности распределения удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 активировалась вкладка "Graphs" и функция "Histogram", затем осуществлялся переход на вкладку "Advanced" и выбирался закон (fittype) "Webull" — для нашего случая (рис. 8).

Затем была выбрана функция "Variables" — "Var1" и "OK" (рис. 9). В результате получена гистограмма и теоретическая кривая закона распределения (рис. 10).

Далее полученные данные были отредактированы. Для этого подписывались оси диаграммы [2].

Окончательные результаты обработки полученных данных удельной трудоемкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 статистическим пакетом Statistica 10 в графическом виде представлены на рис. 11.

В результате получено среднее значение удельной трудоемкости автобуса ЛиАЗ-529221 на пробеге от 400 до 600 тыс. км на примере комплекса ТР — заявочный ремонт автобусного филиала ГУП "Мосгортранс", равное 0,32 чел. ч/1000 км.

Далее проводился расчет нормативного значения удельной трудоемкости автобуса ЛиАЗ-529221 для условий эксплуатации в г. Москве в несколько этапов.

На первом этапе производится расчет удельной трудоемкости (работы по участку заявочного ремонта и прочим участкам ТР). Поскольку заявочный ремонт по данным исследований [3] составляет 25 % общего объема работ ТР, то удельная трудоемкость ТР автобуса ЛиАЗ-529221 на пробеге от 400 до 600 тыс. км для условий эксплуатации в филиале ГУП "Мосгортранс" рассчитывалась следующим образом:

$$t^{\text{Н}}_{\text{ТР14}} = \frac{t^{\text{Н}}_{\text{ТРзаяв}}}{0,25} = \frac{0,32}{0,25} = 1,28 \text{ чел. ч/1000 км.} \quad (1)$$

На втором этапе производилась корректировка полученного значения удельной трудоемкости ТР автобуса ЛиАЗ-529221 (формула 1) по коэффициентам корректирования нормативов технической эксплуатации $K_1 ... K_5$ [4]. На данном этапе расчет проводится с учетом категории условий эксплуатации (K_1), модификации подвижного состава и организации работы (K_2), природно-климатических условий (K_3), пробега с начала эксплуатации K_4 и размера АТП и количества технологически совместимых групп подвижного состава (K_5).

За исходные (коэффициенты K_1, ..., $K_5 = 1$) принимаются следующие условия:

— I категория условий эксплуатации;

— базовая комплектация автобуса;

— умеренный климатический район;

— пробег с начала эксплуатации составляет 0,5...0,75 ресурса автобуса (от 400 до 600 тыс. км);

— эксплуатация в филиале с количеством автобусов, обслуживаемых и ремонтируемых на автотранспортном предприятии, 200...300 и количеством технологически совместимых групп подвижного состава — 3.

Расчет на данном этапе проводится следующим образом:

$$t^{\text{Н}}_{\text{ТР}} = \frac{t^{\text{Н}}_{\text{ТР14}}}{K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} = \frac{1,28}{1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,25 \text{ чел. ч/1000 км.} \quad (2)$$

Для условий эксплуатации в г. Москве нормативное значение удельной трудоемкости ТР автобуса ЛиАЗ-529221 рассчитывается следующим образом [4]:

$$t^{\text{Н}}_{\text{ТР}} = t^{\text{Н}}_{\text{ТР}} K_1 = 1,25 \cdot 1,2 = 1,50 \text{ чел. ч/1000 км.} \quad (3)$$

Полученные значения рекомендуется применять при проведении технологического расчета ПТБ филиалов ГУП "Мосгортранс" после соответствующего утверждения руководством компании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Болдин А. П., Максимов В. А.** Основы научных исследований: учебник для студ. учреждений высш. образования. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр "Академия", 2014. — 352 с.
2. **Максимов В. А., Исмаилов Р. И., Максимов П. В., Назаров А. А.** Основы эффективного использования шин в условиях автобусного АТП: учебное пособие / Под ред. В. А. Максимова. — М.: МАДИ, 2016. — 163 с.
3. **Опытная апробация** и совершенствование методики технического расчета производственно-технической базы (ПТБ) для объединенных филиалов и филиалов ГУП "Мосгортранс", эксплуатирующих автобусы, работающие на компримированном природном газе (КПГ). Отчет по НИР. — М., 2016. — 131 с.
4. **Положение** о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Министерство автомобильного транспорта РСФСР. — М.: Транспорт, 1988. —78 с.

УДК 656.132.4

А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, профессор, e-mail: rementsov@madi.ru,
Э. У. Ахметжанова, магистрант, e-mail: main@tea.madi.ru, **Б. Э. Гаджилы,** аспирант,
МАДИ, e-mail: burhan.hajili@gmail.com

УСТРАНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ОТКАЗОВ АВТОБУСОВ

Рассматривается проблема устранения отказов автобусов на линии посредством оказания технической помощи. Проанализирована последовательность процесса оказания технической помощи, приведены данные потерь времени работы транспортных средств на маршрутах вследствие отказов техники, выделены направления для совершенствования процесса оказания технической помощи.

Ключевые слова: *автомобильный транспорт, автобусы, техническая помощь, автотранспортное предприятие, линейный отказ, неисправность, затраты.*

The problem of eliminating line malfunctions through technical assistance is considered. The sequence of the process of providing technical assistance was analyzed, the data of the time loss of vehicles on the routes due to equipment failures, directions for improving the process of providing technical assistance were given.

Keywords: *motor vehicle transport, buses, technical assistance, trucking company, line malfunction, malfunction, costs.*

Введение

Минимизация затрат пассажирских автотранспортных предприятий, обусловленных отказами подвижного состава на линии посредством оказания техпомощи на месте или эвакуации, безусловно необходима, так как простой подвижного состава на линии, вследствие отказов, ведет к потере прибыли для автотранспортного предприятия (АТП), к упущенной выгоде для всех участников транспортного процесса, а также к возникновению проблем, связанных с экологией города.

Оказание технической помощи автобусам рассмотрено на примере одного из филиалов ГУП "Мосгортранс". Для решения данного вопроса необходимо провести системный анализ отказов и неисправностей на линии, исследовать процессы устранения отказов и неисправностей, изучить статистические данные о времени простоя транспорта вследствие технической неисправности и впоследствии дать рекомендации по минимизации времени оказания технической помощи.

Характеристика предприятия

ГУП "Мосгортранс" является основным оператором наземного городского пассажирского транспорта в Москве. На балансе предприятия находятся 8,6 тыс. единиц транспорта, в том числе более 6,5 тыс. автобусов, свыше 1,2 тыс. троллейбусов и около 900 трамваев [1]. При этом парк ГУП "Мосгортранс" постоянно обновляется. В структуру предприятия входят 25 филиалов, в том числе 11 автобусных/троллейбусных парков. Например, в филиале "Центральный" работает почти 2500 чел., из которых 1573 — линейные водители. Филиал обслуживает 69 автобусных и троллейбусных маршрутов Москвы. Условия эксплуатации [6] в определенной мере формируют режимы движения автобусов на маршруте [5]. В состав филиала входят производственные площадки бывшего Филевского автобусно-троллейбусного парка, 1-го и 5-го троллейбусных парков. Филиал обслуживает маршруты, пролегающие в САО, СЗАО, ЦАО, ЮЗАО и ЗАО города Москвы. Основной целью предприятия является выполнение городского заказа на перевозку пассажиров по соответствующим автобусным и троллейбусным маршрутам [1].

Процесс оказания технической помощи

Во время оказания услуг по перевозке пассажиров по маршруту с участием транспортных средств филиала, периодически происходят их отказы и неисправности в процессе эксплуатации. В этом случае водитель транспортного средства высаживает пассажиров, встает в вынужденный простой и сообщает диспетчеру по прямой связи "диспетчер-водитель" об отказе. Диспетчер передает информацию в подразделение "Техническая помощь", которое направляет бригаду по ремонту подвижного состава [7] на место вынужденной

стоянки транспортного средства для устранения технической неисправности. Если удается устранить неисправность на месте, то этот случай классифицируется, как простой [3], и автобус возвращается к продолжению процесса "перевозка пассажиров". Если устранить неисправность на месте не удалось, то транспортное средство возвращают на территорию производственной площадки для осуществления текущего ремонта [2], а этот случай классифицируют как "возврат".

Наличие простоев и возвратов с линии снижает уровень доходов предприятия и ведет к возникновению непроизводительных расходов.

Возникновение "Простоев" и "Возвратов" значительно снижает качество предоставляемых транспортных услуг: чем дольше время выбытия автобуса из движения по расписанию, тем больше становятся интервалы между прибытием на остановочные пункты оставшихся транспортных средств, выполнение расписания нарушается, снижается уровень регулярности движения. Происходит потеря потребительской ценности услуги предприятия.

Кроме того, простои влекут за собой непроизводительные затраты. Такие как: оплата времени простоя водителю, расходы на энергоносители, с одновременным возникновением финансовых потерь вследствие недополученных доходов от перевозки. Основными элементами эксплуатационных затрат городских автобусов являются: основная и дополнительная заработные платы водителей и кондукторов с начислениями, затраты на автомобильное топливо, затраты на смазочные и прочие эксплуатационные материалы, затраты на ремонт и восстановление износа и ремонт автомобильных шин, расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, амортизация подвижного состава, а также накладные расходы [4].

Для решения задачи снижения времени простоя автобусов и, как следствие, уменьшения материальных потерь, увеличения доходов от перевозки пассажиров, необходимо рассмотреть процесс оказания технической помощи более подробно.

В качестве примера был проведен анализ данных одного из филиалов ГУП "Мосгортранс". В результате было установлено, что время простоя автотранспорта вследствие технических неисправностей составило 18 258 ч, а количество случаев выбытия из движения транспортных средств — 12 891 ед., что составило 5,23 % всех машинодней работы подвижного состава на маршрутах города. Затраты, вызванные простоями транспортных средств, составляют 2 175 161 руб., время простоя составляет 6543 ч, недополученные доходы — 23 740 106 руб. Эти данные показывают актуальность данного вопроса.

Существующая практика

Процессы оказания технической помощи осуществляются параллельно на четырех производственных площадках организации:

— ул. Дениса Давыдова, д. 2-в;
— ул. Дениса Давыдова, д. 2-а;
— ул. Ходынская, д. 5;
— Ленинградское шоссе, д. 4 [1].

На каждой из производственных площадок филиала существуют обособленные друг от друга центры управления производством с отдельными диспетчерскими группами и ремонтными бригадами, осуществляющими процесс оказания технической помощи только закрепленной за ними группы подвижного состава. Процесс оказания технической помощи представлен на рисунке.

Каждый автомобиль технической помощи оборудован бортовым навигационным оборудованием. Кроме того, имеется программное обеспечение, позволяющее выводить данные о текущем местоположении автомобиля технической помощи на экран монитора в режиме реального времени. В настоящее время эти возможности предприятием не используются в полном объеме для учета работы.

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что необходимо внести коррективы в процесс оказания технической помощи на предприятии с целью совершенствования оказания услуг по перевозке пассажиров.

Заключение

Необходимо совершенствование процесса оказания технической помощи на основе сокращения времени ожидания начала устранения неисправности, а также использования имеющихся технических и технологических ресурсов в полном объеме.

Недостатки существующего процесса:

— имеет место промежуточное звено при передаче информации от водителя ТС к диспетчеру ЦУП — диспетчер по выпуску;

— передача информации от одного исполнителя к другому увеличивает время простоя транспортных средств в ожидании бригад технической помощи;

— продолжительность времени перемещения бригад к месту вынужденного простоя ТС превышает время непосредственного устранения технических неисправностей;

Процесс оказания технической помощи [8]

— возвращение бригады технической помощи на территорию производственной площадки ведет к потерям рабочего времени персонала на дорогу, непроизводительным расходам на топливо;

— параллельное функционирование диспетчерских групп и бригад технической помощи центра управления производством на четырех площадках является нерациональным процессом.

Совершенствование процесса предполагает создание единого подразделения по оказанию технической помощи транспортным средствам, работающим на всех маршрутах предприятия в случае выбытия их из движения по причинам технических неисправностей, на базе диспетчерской группы Центра управления производством.

В состав отдельно создаваемой группы диспетчерского управления технической помощью предлагается перевести диспетчеров, обслуживающих производственные площадки, где размещаются ремонтные бригады.

В дальнейшем исследовании будет рассмотрен вопрос о целесообразном и обоснованном количестве, а также районе размещения бригад технической помощи, с позиции минимизации времени подъезда к неисправным автобусам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Официальный сайт** филиала ГУП "Мосгортранс" [Электронный ресурс]. URL: http://www.mosgortrans.ru/about/ (дата обращения 26.01.2018).
2. **Системы,** технологии и организация услуг в автомобильном сервисе: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования (Сер. Бакалавриат) / Ременцов А. Н., Фролов Ю. Н., Воронов В. П. и др.; под ред. А. Н. Ременцова, Ю. Н. Фролова. — М.: Издательский центр "Академия", 2013. — 480 с.
3. **Мороз С. М.** Методы обеспечения работоспособного технического состояния автотранспортных средств: учеб. для вузов по направлению подготовки (190600) "Эксплуатация трансп.-технолог. машин и комплексов". — М.: МАДИ, 2015. — 204 с.
4. **Рекомендации** по оценке эффективности эксплуатации городских автобусов / Максимов В. А., Крылов Г. А., Исмаилов Р. И., Максимов П. В., Рощак С. В. // Грузовик. — 2016. — № 10. — С. 36—39.
5. **Особенности** применения компонентного анализа при нормировании материальных ресурсов, используемых при эксплуатации городских автобусов / Максимов В. А., Михайлов А. В., Моложавцев О. В., Назаров А. А. // Грузовик. — 2016. — № 7. — С. 35—38.
6. **Рациональное** распределение автобусов по маршрутам движения с учетом их возраста, условий эксплуатации, состояния птб и эффективной работы персонала / Максимов В. А., Юрковский И. М., Хазиев А. А., Постолит А. В., Ахметжанова Э. У. // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2017. — № 3 (50). — С. 52—61.
7. **Разработка** композиции технологической жидкости для увеличения долговечности деталей и узлов транспортных средств / Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Мороз С. М., Садетдинов Ш. В. // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) — 2017. — № 3 (50). — С. 91—97.
8. **Ахметжанова Э. У., Ременцов А. Н., Гаджилы Б.** Об оказании технической помощи на линии автобусам ГУП "Мосгортранс" // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. научных трудов. — М.: Техполиграфцентр, 2018. — С. 6—13.

УДК 656.073.9

Д. И. Нуреддинов, канд. техн. наук, **Х. А. Фасхиев,** д-р техн. наук, Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета, Уфимский государственный авиационный технический университет
E-mail: faskhiev@mail.ru

РАСЧЕТ СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА ПРИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Проведен анализ нормативно-правовых актов в области расчетов крепления грузов при перевозке автомобильным транспортом. Предложен порядок расчета необходимого количества прижимных устройств при действии на груз сил инерции. Приведен пример расчета определения прижимных средств крепления груза.

Ключевые слова: *груз, автомобиль, сила инерции, масса, габариты, средства крепления груза.*

The analysis of normative legal acts in the field of calculations of fastening cargoes during transportation by motor transport is carried out. An order is proposed for calculating the necessary number of clamping devices when inertial forces act on the load. An example of calculating the clamping means of securing cargo is given.

Keywords: *cargo, car, inertia force, mass, dimensions, means of securing cargo.*

Сохранность груза в перевозочном процессе в существенной степени зависит от правильного закрепления груза. Незакрепленный должным образом груз во время транспортировки может смещаться, опрокинуться, что может привести к повреждению груза и/или транспортного средства, дорожно-транспортным происшествиям. Самый простой, быстрый и популярный вид безопасного крепления грузов заключается в том, чтобы загрузить транспортное средство, закрыть кузов и, не прилагая дополнительных усилий, безопасно транспортировать груз. На это у перевозчиков есть основания. Согласно европейскому стандарту DIN EN 12642 "Code XL" (версия 2007 г.) бортам кузовов транспортных средств предъявляются строгие требования по прочности и жесткости. Так, передний борт кузова транспортного средства должен обеспечивать без деформирования восприятие нагрузки, составляющей 50 % грузоподъемности автотранспортного средства, но не более 50 кН, задний борт — 30 %, но не более 31 кН, и боковые борта — 40 % [1]. Практика грузовых перевозок показывает, что для обеспечения сохранности груза наличие прочных бортов кузова недостаточно. По данным зарубежной статистики до 25 % дорожно-транспортных происшествий с участием грузовых автомобилей происходит вследствие неправильно закрепленного или неверно размещенного груза [2].

К сожалению, некоторые участники транспортного процесса не уделяют достаточного внимания на данную технологическую операцию, полагая, что конструкция кузовов современных транспортных средств обеспечивает достаточную надежность от смещения и сохранность груза. В настоящее время в России единых правил размещения и крепления грузов нет. Их наличие позволит установить единые требования, направленные на снижения рисков потери, порчи груза, а также риски возникновения опасных инцидентов и аварий, тем самым повысить безопасность дорожного движения.

Крепление груза должно обеспечивать его неподвижность относительно транспортного средства в разных ситуациях: при движении по неровной дороге, при торможении и ускорении, на дороге с большим поперечным или продольным уклоном, в случае дорожно-транспортного происшествия. Однако чрезмерно прочное крепление груза приводит к увеличению простоя автомобиля на погрузке и разгрузке, затрат на перевозку. С учетом данных обстоятельств в мире были разработаны нормативно-правовые акты, касающиеся требований по креплению грузов при автомобильных перевозках.

Так, в странах ЕС действует стандарт EN 12195-1:2010 "Системы крепления грузов на дорожных транспортных средствах — Безопасность". Кроме

данного стандарта, издана Практика ИМО/МОТ/ЕЭК ООН по укладке грузов в грузовые транспортные единицы [3], Руководство по надлежащей европейской практике укладки грузов в ходе автомобильных перевозок [4], Международное руководство по безопасному креплению груза на автомобильном транспорте [5]. В России расчеты средств крепления производятся в соответствии с приложением "Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом", утвержденным приказом Минтранса РФ № 7 от 15.01.2014 г. [6].

Анализ приведенных нормативно-правовых актов показывает, что практический опыт и проведенные испытания привели к постепенному ужесточению нормативов и методов расчета по обеспечению безопасности перевозок. Согласно "Правилам обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов..." число прижимных средств крепления груза (ремней, тросов) определяется по формуле

$$n > \frac{(c_x - \mu_D c_z)mg}{k\mu_D \sin\alpha F_\gamma}, \qquad (1)$$

где n — количество прижимных средств крепления грузов; c_x, c_y, c_z — коэффициенты ускорения инерциальных сил по осям x, y, z соответственно (табл. 1); μ_D — кинематический коэффициент трения грузов и материалов; m — масса груза, кг; g — ускорение свободного падения, м/с^2; α — вертикальный угол между платформой и ремнем, градусы; F_γ — достигаемая сила натяжения ремня, H; k — коэффициент передачи. Ремни (тросы) применяются с одним или двумя храповыми механизмами, коэффициент передачи (k) соответственно равен 1,5 или 2.

Значения максимальных расчетных коэффициентов ускорений груза в соответствии с EN 12195-1:2010 меняются в пределах (0,5...1)g (рис. 1). Необходимо отметить, что максимальные расчетные инерционные силы, действующие на груз, на 10...30 % больше, чем приведенные в стандарте DIN EN 12642 максимальные усилия, на которые должны рассчитываться борта кузовов транспортных средств. Правда, при смещении груза, часть инерционных сил будет расходоваться на преодоление силы трения груза о платформу. Но это обстоятельство не говорит о том, что груз не нужно закреплять в кузове. Силы трения при расчетах на смещение будут идти в запас устойчивости.

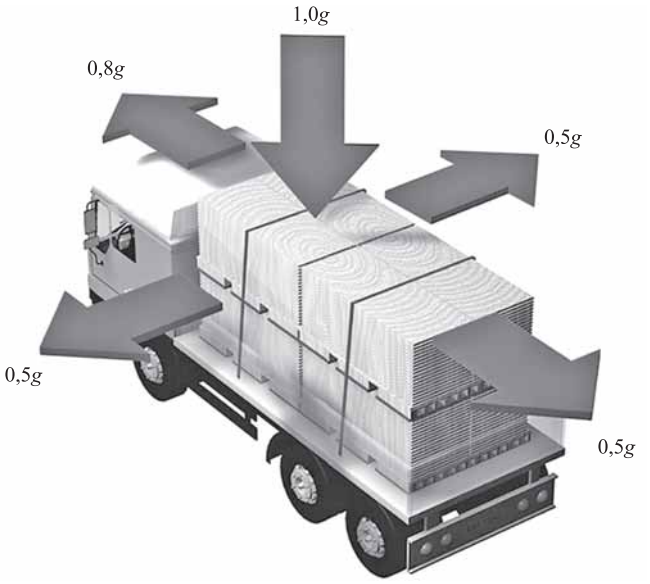

Рис. 1. Максимальные расчетные ускорения, действующие на груз

Формула (1) может быть применена только для расчетов по усилиям, приводящим к скольжению груза в продольном и поперечном направлении. Она не позволяет выполнить расчет на опрокидывание груза, а также по ней нельзя рассчитать возможность вертикальных перемещений груза.

Таблица 1

Коэффициенты ускорений c_x, c_y, c_z

Направление действия сил	Коэффициенты ускорений				
	продольного c_x		поперечного c_y		вертикального снизу c_z
	вперед	назад	только скольжение	скольжение и опрокидывание	
Продольное	0,8	0,5	—	—	1,0
Поперечное	—	—	0,5	0,7	1,0

В "Правилах обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов..." расчет количества прижимных средств от опрокидывания не рассматривается. Кроме того, в правилах отсутствуют расчеты разных видов креплений при разных вариантах расположения груза, приведенные коэффициенты трения материалов имеют большой разброс, что негативно отражается в точности результатов расчета.

На практике обычно используют одно из трех способов крепления груза: блокировка, прижатие к платформе, крепление растяжками. Цель всех способов — компенсация за счет средств крепления действия инерционных сил. При определении способов крепления груза и выборе средств крепления должны быть учтены следующие силы, действующие на груз:

— продольные горизонтальные инерционные силы, возникающие в процессе торможения-разгона и от продольных уклонов дороги F_x;

— поперечные горизонтальные силы, возникающие при движении транспортного средства на дорогах с поперечным уклоном и на поворотах F_y;

— вертикальные силы, возникающие от дорожных неровностей F_z;

— сила трения между опорной поверхностью и грузом F_R;

— сила тяжести груза G.

Условие неподвижности груза на горизонтальной плоскости будет соблюдаться, если выполняются условия:

$$F_R \geqslant F_x; \quad F_R \geqslant F_y.$$

Расчет крепления способом блокировки сводится к определению сил блокировки и трения с последующим сравнением их суммы с соответствующими горизонтальными инерционными силами. Сила блокировки должна соответствовать неравенству

$$F_R > \left(c_{xy} - \mu_D c_z\right) mg. \qquad (2)$$

Значение кинематического коэффициента трения колеблется от 0,01 до 0,5. Благодаря использованию специальной маты кинематический коэффициент можно увеличить до 0,6.

Чтобы избежать опрокидывания груза необходимо проверить выполнение следующих условий:

$$M_{G_y} > M_y; \; M_{G_x} > M_x, \qquad (3)$$

где M_{G_x}, M_{G_y} — удерживающие моменты груза от опрокидывания относительно осей x и y соответственно, M_x, M_y — опрокидывающие моменты от инерционных сил относительно осей x и y.

Условия (3) для незакрепленного груза будут выполнены, если расстояние от центра тяжести груза до его края (B) будет больше высоты центра тяжести (h), т. е. $B_x > 0{,}8h$ при опрокидывании вперед и $B_y > 0{,}5h$ при опрокидывании в стороны и назад. Если эти условия не выполняются, то обязательно применение дополнительных устройств крепления груза.

Рассмотрим пример расчета прижимных средств (стяжных ремней) крепления, как наиболее распространенных на практике перевозок массовых генеральных грузов. В качестве исходных данных для расчета примем груз в деревянной таре массой брутто m = 2100 кг. Габариты грузового места: высота H = 2 м, ширина B = 2 м, длина L = 1,8 м; угол растяжек α = 84°; пол кузова — деревянный (рис. 2). Для пары трения "дерево по дереву" кинематический коэффициент трения равна μ_D = 0,35. При использовании одного прижимного устройства коэффициент передачи принимается равным k = 1,5 [5].

Расчет количества средств крепления производится исходя из условия предотвращения скольжения и опрокидывания груза.

При торможении автомобиля на груз действует горизонтальная инерционная сила, равная:

$$F_x = 0{,}8 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}1 = 16{,}48 \text{ кН}.$$

Сила трения груза об платформу:

$$F_R = 0{,}350 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}1 = 7{,}21 \text{ кН}.$$

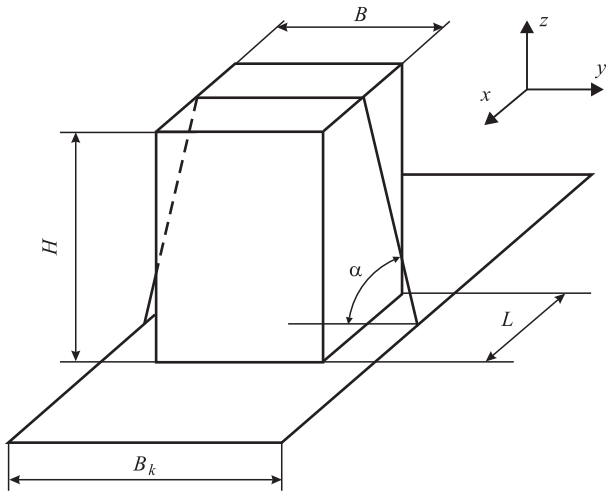

Рис. 2. Схема расположения груза на платформе автомобиля

Таблица 2

Результаты расчетов количества средств крепления груза

Показатели	Возможные перемещения груза					
	Продольное скольжение вперед	Продольное скольжение назад	Поперечное скольжение	Опрокидывание вперед	Опрокидывание назад	Опрокидывание в боковую сторону
Вероятность возникновения	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет
Расчетное количество крепежных ремней	4	2	3	2	—	—

Определим силу, которую нужно компенсировать благодаря прижимному устройству

$$\Delta F = F_x - F_R = 16{,}48 - 7{,}21 = 9{,}27 \text{ кН}.$$

В соответствии с формулой (1) необходимое число ремней равно:

$$n > ((0{,}8 - 0{,}35 \cdot 1) \cdot 2{,}1 \cdot 9{,}81)/(1{,}5 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}97 \cdot 5) = 3{,}64.$$

Принимаем четыре прижимных ремня. Количество ремней, необходимых для удержания от скольжения груза назад и вбок рассчитываем аналогично (табл. 2). С учетом того, что коэффициент замедления при торможении c_x больше, чем при ускорении автомобиля и коэффициента поперечного ускорения груза c_y, на практике необходимое число ремней для данных условий воздействия сил инерции можно и не рассчитывать.

Опрокидывание груза может произойти вперед или назад под действием продольного усилия, также в боковую сторону под действием поперечных сил инерции (рис. 3).

Условие устойчивости груза на опрокидывание согласно формуле (3) имеет вид:

$$G\frac{L}{2} > F_x\frac{H}{2}. \quad (4)$$

Подставляя данные в неравенство (4), получим:

$$2{,}1 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}8/2 = 18{,}5 < 16{,}48 \cdot 2{,}4/2 = 19{,}8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Как видно из расчета, условие продольной устойчивости груза не выполняется, груз может опрокидываться вперед. В связи с тем, что при $B = H$ сила боковой инерции $F_y = c_y mg$ в 2 раза меньше силы тяжести опасности бокового опрокидывания груза нет.

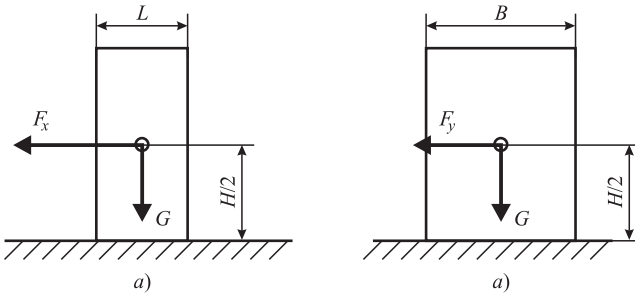

Рис. 3. Схема приложенных на груз сил:

а — при расчете на опрокидывание вперед; *б* — при расчете на опрокидывание вбок

По таблице "Крепление прижимом — опрокидывание" работы [4] при отношении габаритов груза $H/L = 1{,}2$ определяем, что один ремень предотвращает опрокидывание вперед груза массой 2 т. Исходя из этого, количество ремней для предотвращения опрокидывания вперед определяется соотношением:

$$n \geqslant 2{,}1/2 = 1{,}05.$$

Для предотвращения опрокидывания принимаем два прижимных ремня.

По результатам расчета для крепления груза принимается наибольшее количество ремней, определенных по разным видам воздействия на груз. В нашем примере груз массой 2,1 т должен закрепляться четырьмя ремнями. Если груз установить с упором на передний борт, количество ремней необходимо выбрать из условия предотвращения поперечного скольжения груза, т. е. три ремня.

Таким образом, основными факторами, влияющими на количество необходимых прижимных крепежных устройств, являются способ крепления груза, его масса и размеры, материалы контактирующих поверхностей. При креплении груза только стяжными ремнями и когда он не заблокирован другими способами, расчет количества ремней целесообразно производить по продольному усилию, возникающему при торможении автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Устойчивость** кузова согласно DIN EN 12642 "Code XL". — http://ru.koegel.ua/press-center/novosti/ustoychivost-kuzova-soglasno-din-en-12642-code-xl (дата обращения 5.03.2018).
2. **В России** разработают правила крепления грузов. URL: http://comtrans.biz/news/industry/v-rossii-razrabotayut-pravila-krepleniya-gruzov-56934 (дата обращения 5.03.2018).
3. **Кодекс** практики ИМО/МОТ/ЕЭК ООН по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (Кодекс ГТЕ), на русском языке, MSC.1/Circ.1497, 2015. — 176 с.
4. **Руководство** по надлежащей европейской практике укладки грузов в ходе автомобильных перевозок / Европейская комиссия; Пер. с англ.— Донецк: Государственное издательство "Донбасс", 2012. — 232 с.
5. **Международное** руководство по безопасному креплению груза на автомобильном транспорте / Генеральный секретариат IRU, Женева. — Швейцария, 2014.
6. **Правила** обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (Утверждены приказом Минтранса России № 7 от 15 января 2014 г.).

ИЗДАТЕЛЬСТВО

"ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал

"ГРУЗОВИК"

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2018 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 622.692.4

И. В. Фадеев, канд. техн. наук, доцент, МАДИ, Волжский филиал,
e-mail: ivan-fadeev-2012@mail.ru, **А. Н. Ременцов,** д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор, МАДИ, Москва, e-mail: rementsov@madi.ru, **Ш. В. Садетдинов,** д-р хим. наук, профессор, Чувашский государственный университет, Чебоксары

ПОВЫШЕНИЕ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Изучено влияние соединений бора на коррозионно-электрохимическое поведение и основные характеристики циклической прочности стали 08кп в среде, имитирующей дорожные условия. Установлено, что все исследованные соединения являются эффективными противокоррозионными присадками и рекомендованы в качестве противокоррозионных присадок к моющим средствам для очистки деталей от масляно-жировых загрязнений, антикоррозионным грунтовкам и растворам для защиты металлических изделий от коррозии в межоперационный период.

Ключевые слова: *соединения бора, сталь 08кп, коррозия, циклическая прочность, среда, имитирующая дорожные условия.*

The influence of boron compounds on the corrosion-electrochemical behavior and the main characteristics of the cyclic strength of 08kp steel in a medium simulating road conditions is studied. It has been established that all the compounds studied are effective anticorrosive additives and are recommended as anticorrosive additives to detergents for cleaning parts from oil and grease soils, anticorrosive primers and solutions for protecting metal products from corrosion during the interoperational period.

Keywords: *boron compounds, steel 08kp, corrosion, cyclic strength, environment, simulating road conditions.*

Актуальность исследования

Известно, что для изготовления кузовов автомобилей ВАЗ в основном применяют листы из стали 08кп и кузов является основным и самым дорогим элементом легкового автомобиля. В общей стоимости у легковых автомобилей его удельный вес составляет 72...78 %, а у автобусов — 80...85 %. Капитальный ремонт кузова занимает 50...70 % общего объема ремонтных работ автомобиля. Стоимость ремонтного восстановления наиболее изношенных кузовов часто приближается к стоимости нового кузова.

Кузова большинства легковых автомобилей имеют несущую конструкцию (нет отдельной рамы) и воспринимают нагрузки от собственной массы (агрегатов), пассажиров и груза. Каркас кузова неразъемный, поскольку детали соединены различными видами сварки. Несущая конструкция кузовов создает благоприятные условия для возникновения и развития коррозии, так как она имеет большое количество сварочных швов, щелей, зазоров, которые являются уязвимым местом для возникновения очагов коррозии [1, 2].

Решающую роль в коррозионном разрушении кузова автомобиля, особенно его днища, играют агрессивные загрязнения поверхности автомобильных дорог и химические средства, применяемые для борьбы с обледенением дорог в зимнее время [3].

Для повышения срока службы кузова автомобиля применяют различные противокоррозионные покрытия и все они содержат ингибиторы коррозии металлов. Однако защиту ингибиторов коррозии нельзя назвать универсальной и каждый из них в определенной среде и определенных условиях действует по-разному. Поэтому разработка новых композиций ингибиторов коррозии металлов, расширение их ассортимента представляет большую научно-практическую значимость.

На сегодняшний день известно несколько тысяч различных веществ, способных ингибировать коррозию металлов в различных средах, но практическое применение нашли лишь несколько десятков ингибиторов. В качестве ингибиторов используются нитраты, хроматы, фосфаты, силикатные соли и некоторые органические соединения [4].

В научной литературе мало данных о боратах как ингибиторах коррозии металлов. В то же время они характеризуются высоким ингибирующим

эффектом, широким спектром действия к различным видам коррозии, экологической безопасностью и доступностью реагентов [5].

С целью возможности применения боратных соединений в качестве ингибиторов противокоррозионных покрытий кузова автомобиля было изучено влияние боратов на коррозионно-электрохимическое и коррозионно-усталостное поведение стали 08кп в среде, имитирующей дорожные условия (СИДУ).

Химический анализ загрязнений дорожного полотна в осенне-зимний период эксплуатации дорог г. Чебоксары Чувашской Республики показал, что основными компонентами загрязнения являются ионы хлоридов Cl^-, аммония NH_4^+, сульфатов SO_4^{2-} и нитратов NO_3^- с концентрацией, мг-экв/л: 22,00 — 26,00; 0,25 — 0,55; 5,18 — 5,82; 5,00 — 7,00 соответственно.

Среду, имитирующую дорожные условия, готовили растворением в одном литре дистиллированной воды:

— хлористого натрия NaCl — 1,404 г;
— аммиачной воды NH_4OH — 0,0068 г;
— нитрата натрия $NaNO_3$ — 0,051 г;
— сульфата натрия Na_2SO_4 — 0,3905 г.

Методика исследования

Исследования противокоррозионных свойств проводили методами гравиметрии, снятия потенциодинамических поляризационных кривых и циклического нагружения, которые описаны в работах [6, 7].

По результатам гравиметрических исследований рассчитывали значения ингибиторного эффекта γ и степени защиты Z. Скорость коррозии K определяли по убыли массы образцов, отнесенной к единице поверхности за единицу времени по формуле

$$K = \frac{m_0 - m}{St},$$

где m_0 и m — масса образцов до и после опыта, г; S — площадь пластинки, м^2; t — время проведения опыта, ч.

Степень защиты, характеризующая полноту подавления коррозии, определяли в %:

$$Z = \frac{K_0 - K_1}{K_0} 100\ \%,$$

где K_0 и K_1 — скорость коррозии без ингибитора и с ингибитором.

Пересчет одного из этих параметров в другой проводили соотношением:

$$Z = \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) 100\ \% \ \text{ и } \ \gamma = \frac{1}{1 - \frac{Z}{100}}.$$

Оценку эффективности ингибитора осуществляли также по поляризационным кривым, отражающим изменения в ходе протекания коррозионного процесса в присутствии ингибитора. В этом случае:

$$\gamma = \frac{i_0}{i} \ \text{ и } \ Z = \frac{i_0 - i}{i} 100\ \%,$$

где i и i_0 — ток коррозии в коррозионной среде с ингибитором и в отсутствии его.

Электрохимические измерения выполняли на потенциостате П-5848 в потенциодинамическом режиме поляризации с применением хлоридсеребряного электрода (х.с.э.) в качестве сравнения. Защитное действие ингибиторных добавок оценивали величиной плотности анодного тока (i_a, мкА/см^2) в области пассивного состояния при $\varphi = +0{,}2$ В. Циклические напряжения в металле создавали на установке для коррозионно-усталостных испытаний. Основные характеристики циклической прочности металла определяли по значениям коэффициента запаса циклической прочности $\sigma_N^к$ на базе $N = 4 \cdot 10^6$ циклов и циклической долговечности N при $\sigma = \pm 325{,}0$ МПа. Коррозионно-активной средой служила СИДУ. Концентрация исследуемых добавок составляла $2 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

Результаты исследования

Исследованиями взаимодействия борной кислоты (H_3BO_3) с имидазолом ($C_3H_4N_2$) в водной среде установлено, что компоненты взаимодействуют с образованием нового соединения (боратимидазола). Полученное соединение содержит (мас. %): 40,92 — имидазола; 37,32 — борной кислоты и 21,36 — воды, что соответствует химической формуле $C_3H_4N_2 \cdot H_3BO_3 \cdot 2H_2O$ (M = 165,84 г/моль). На поляризационном микроскопе полам Р-113 в иммерсионных препаратах с применением стандартного набора ИЖ-1 были проведены кристаллооптические измерения боратимидазола. Кристаллы изучаемого соединения прозрачны, бесцветны, изометрической формы, анизотропны.

Оптически одноосные, положительные. $N_g = 1{,}459 \pm 0{,}003$; $N_p = 1{,}438 \pm 0{,}003$; Сингония

низшая. Плотность равна 1,320 г/см^3, молекулярный объем 240,12 см^3/моль, удельный объем 0,74 см^3/г. Полученные данные отличаются от таковых для исходных соединений [8], что подтверждает его индивидуальность.

Согласно исследованиям [9, 10] борная кислота взаимодействует с гидразином в водной среде при 25 °С и образуется новое соединение, отвечающее формуле $NH_2NH_3[B_5O_6(OH)_4]\cdot 3H_2O$ (пентаборат гидразония). В системе H_3BO_3—$NHNH_2C_2H_4OH$—H_2O при 25 °С методами изотермической растворимости, рефракто- и pH-метрии установлено образование нового соединения пентаборат этанолгидразония $[HOC_2H_4NH_2NH_2][B_5O_6(OH)_4]$.

В работе [11] показано, что борная кислота вступает в реакцию с метилгидразином (CH_3NHNH_2), этилгидразином ($C_2H_5NHNH_2$) и фенилгидразином ($C_6H_5NHNH_2$). Комплексное соединение на основе борной кислоты и метилгидразина (боратметилгидразин) по данным химического анализа содержит: 61,49 мас. % B_2O_3; 16,25 мас. % CH_3NHNH_2 и 22,26 мас. % H_2O, что отвечает формуле $[CH_3NH_2NH_2][B_5O_6(OH)_4]^-\cdot H_2O$. Соединение борной кислоты и этилгидразина (боратэтилгидразин) характеризуется следующим составом: 58,59 мас. % B_2O_3; 20,30 мас. % $C_2H_5NHNH_2$; 21,21 мас. % H_2O и формулой $[C_2H_5NH_2NH_2]\times$ $\times[B_5O_6(OH)_4]\cdot H_2O$.

По данным химического анализа содержание компонентов в соединении борной кислоты и фенилгидразина (боратфенилгидразин) следующее: 53,71 мас. % B_2O_3; 27,78 мас. % $C_6H_5NHNH_2$; 18,51 мас. % H_2O, что соответствует формуле $[C_6H_5NH_2NH_2][B_5O_6(OH)_4]\cdot H_3BO_3$.

Борная кислота с триэтиламином образует соединение (тетрагидроксопентабораттриэтиламмония), кристаллы которого состоят из изолированных тетрагидроксопентаборат-анионов $[B_5O_6(OH)_4]^-$, катионов триэтиламмония $[(C_2H_5)_3NH]^+$ и молекулы борной кислоты $B(OH)_3$, связанной водородными связями [12]. Соединение отвечает молекулярной формуле $C_6H_{19}B_5NO_9$ формульной массой 382,1 а.е.м., имеет плотность кристаллов, равную $d_{изм}$ = 1,369 г/см^3. Кристаллы имеют следующие параметры структуры: кристаллы моноклинные, принадлежащие к пр. гр. $P2_1/c$, параметры решетки при 20 °С равны a = 8,424 (2), b = 11,605 (2), c = 18,832; β = 94,04 (3); объем ячейки равен V = 1837 (1)А^3; Z = 4; вычисленная плотность $d_{выч}$ = 1,381 г/см^3.

В комплексном соединении борной кислоты с трибутиламином (тетрагидроксопентабораттрибутиламмония), согласно данным [13], независимая часть элементарной ячейки содержит следующие молекулярные группы: катион трибутиламмония, тетрагидроксо-пентаборат-анион и две молекулы борной кислоты, что соответствует формуле $[(C_4H_9)_3NH]^+[B_5O_6(OH)_4]^-\cdot 2B(OH)_3$. Кристаллы состава $C_{12}H_{38}B_7NO_{16}$, моноклинной сингании, принадлежащие к пр. гр. $P2_1/c$; параметры решетки следующие: a = 13,943(3), b = 12,179 (1), c = 16,985 (2); β = 105,98 (1); количество формульных единиц в ячейке Z = 4; объем ячейки равен V = 27 776,9 (7)А^3; вычисленная плотность $d_{выч}$ = = 1,263 г/см^3.

Исходя из вышеизложенной цели исследования, нами изучено влияние боратимидазола (БИ), пентабората гидразония (ПБГ), пентабората этанолгидразония (ПБЭГ), боратметилгидрозина (БМГ), боратэтилгидразина (БЭГ), боратфенилгидрозина (БФГ), тетрагидроксопентабораттриэтиламмония (ТГПБЭА), тетрагидроксопентабораттрибутиламмония (ТГПББА), на коррозионно-электрохимическое поведение и основные характеристики циклической прочности стали 08кп в СИДУ, результаты которого приведены в таблице.

Из данных таблицы следует, что в дистиллированной воде сталь 08кп интенсивно корродирует. В СИДУ коррозионный процесс заметно ускоряется. Введение изучаемых веществ в коррозионную среду снижает скорость ионизации металла, уменьшает плотность анодного тока в области пассивного состояния и повышает основные характеристики циклической прочности металла.

Наибольшее противокоррозионное действие оказывают ТГПБЭА и ТГПББА, у которых наибольшие значения степени защиты Z по сравнению с остальными боратсодержащими комплексами. БФГ и БИ в равной степени повышают противокоррозионные свойства стали 08кп, а наименьшие значения степени защиты отмечены у ПБГ его аналогов.

В СИДУ по сравнению с исследованиями на воздухе наблюдается снижение циклической прочности стали. Добавка в СИДУ изучаемых соединений дает увеличение коррозионно-усталостной прочности стали. Наибольшую эффективность проявляют ТГПБЭА и ТГПББА.

Полученные экспериментальные результаты гравиметрических исследований, электрохимических измерений и коррозионно-усталостных испытаний хорошо согласуются друг с другом и с ранее полученными данными [14].

Влияние ПБГ, ПБЭГ, БМГ, БЭГ, БФГ, БИ, ТГПБЭА, ТГПББА на коррозионно-электрохимическое поведение и основные характеристики циклической прочности стали 08кп в СИДУ

Коррозионная среда	γ	Z, %	i_a, мкА/см^2	$\sigma_N^к$, МПа	N, циклы
Воздух				319,0	$4{,}7\cdot10^6\rightarrow$
$H_2O_{дист}$ (фон)				202,0	$1{,}4\cdot10^5$
СИДУ (фон)				139,0	$1{,}2\cdot10^5$
СИДУ + ПБГ	10,68	90,64	3,4	210,5	$1{,}8\cdot10^5$
СИДУ + ПБЭГ	11,42	91,24	3,3	218,6	$1{,}9\cdot10^5$
СИДУ + БМГ	12,29	91,86	3,0	220,8	$2{,}0\cdot10^5$
СИДУ + БЭГ	12,72	92,14	3,0	222,4	$2{,}0\cdot10^5$
СИДУ + БФГ	24,21	95,52	2,6	246,5	$2{,}6\cdot10^5$
СИДУ + БИ	31,95	95,87	2,6	248,6	$2{,}8\cdot10^5$
СИДУ + ТГПБЭА	47,97	97,92	2,2	260,4	$3{,}6\cdot10^5$
СИДУ + ТГПББА	51,55	98,06	2,2	262,6	$3{,}9\cdot10^5$

Заключение

Изученные боратсодержащие комплексы могут найти применение на практике в качестве противокоррозионных присадок к моющим средствам для очистки деталей от масляно-жировых и других производственных загрязнений, противокоррозионным составам, грунтовкам для кузовов автомобилей и растворам для защиты металлических изделий от коррозии в межоперационный период.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Фадеев И. В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.** Влияние моноэтаноламинтетраборатаммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08кп // Грузовик. — 2016. — № 12 — С. 15—20.
2. **Фадеев И. В., Белова Н. Н., Садетдинов Ш. В.** Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии // Известия Международной академии аграрного образования. — 2015. — № 21. — С. 56—59.
3. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В.** Повышение коррозионной стойкости стали 10 // Вестник МАДИ. — 2015. — № 2 (41). — С. 107—114.
4. **Розенфельд И. Л.** Ингибиторы коррозии. — М.: Химия, 1977. — 352 с.
5. **Исламутдинова А. А., Гайдукова И. В.** Получения и защитные свойства ингибиторов коррозии на основе бор-, азотсодержащих соединений // В мире научных открытий. — 2010. — № 4. — Ч. 6. — С. 23—24.
6. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В., Новоселов А. М.** Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса // Вестник МАДИ. — 2014. — № 4 (39). — С. 15—17.
7. **Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В.** Синергетический эффект пентаборатов лития, натрия и калия в присутствии аминоспиртов в синтетических моющих средствах // Вестник МАДИ. — 2016. — № 3 (46). С. 49—55.
8. **Взаимодействие** борной кислоты с 1-оксиэтан-1,1-дифосфоновой кислотой / В. Г. Скворцов, Ш. В. Садетдинов, А. К. Молодкин, В. И. Михайлов, Г. П. Павлов, Н. Г. Никифоров // Журнал. неорган. химии. — 1992. — Т. 36. — № 4. — С. 1083—1086.
9. **Взаимодействие** борной кислоты с гидразином / Р. С. Цеханский, Ш. В. Садетдинов, В. Г. Скворцов, А. К. Молодкин // Журнал неорганической химии. — 1990. — Т. 35. — № 2. — С. 523—525.
10. **Система** $H_3BO_3—N_2H_3C_2H_4OH—H_2O$ при 25 °С / Ш. В. Садетдинов, В. Г. Скворцов, А. К. Молодкин, В. М. Акимов // Журнал неорганической химии. — 1990. — Т. 35. — № 5. — С. 553—557.
11. **Взаимодействие** борной кислоты с метил-, этил- и фенилгидразинами / Ш. В. Садетдинов, Г. П. Павлов, С. Д. Данилов, И. Г. Краснов // Журнал неорганической химии. — 1998. — Т. 43. — № 5. — С. 866—869.
12. **Кристаллическая структура** тригидроксоборатетра-гидроксопентабората триэтиламмония $(C_2H_5)_3\ NHB_5O_6(OH)_4\cdot B(OH)_3$ / Н. В. Лобода, М. Ю. Антипин, В. М. Акимов, Ю. Т. Стручков, В. Г. Скворцов, О. В. Петрова, Ш. В. Садетдинов // Журнал неорганической химии. — 1994. — Т. 39. — № 4. — С. 547—551.
13. **Кристаллохимическая структура** соединения $(C_4H_9)_3NHB_5O_6(OH)_4\cdot 2B(OH)_3$ / К. М. Турдыбеков, Ю. Т. Стручков, В. М. Акимов, В. Г. Скворцов, О. В. Петрова, Ш. В. Садетдинов // Журнал неорганической химии. — 1992. — Т. 37. — № 6. — С. 1250—1254.
14. **Фадеев И.В., Ременцов А. Н., Садетдинов Ш. В.** Повышение противокоррозионных качеств моющих средств с применением амидоборатных соединений на автомобильном транспорте // Грузовик. — 2015. — № 4. — С. 13—16.

УДК 629.341

А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, профессор, **В. А. Коньков,** канд. техн. наук, профессор,
А. Ю. Чеканов, канд. техн. наук, доцент, МАДИ
E-mail: rementsov@madi.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассматриваются системные требования к профессиональным качествам специалистов среднего управленческого звена транспортных предприятий. Проведен анализ должностей специалистов среднего звена автотранспортных предприятий мегаполиса. Рассмотрены трудовые функции и действия специалистов данного уровня и необходимые для этого знания и умения.

Ключевые слова: *транспортные предприятия, подвижной состав, качественные и количественные изменения, специалисты среднего звена, трудовые функции и действия, знания и умения.*

System requirements to the professional qualities of specialists of the middle management level of transport enterprises are considered. The analysis of the posts of mid-level specialists of the megapolis motor transport enterprises was carried out. The labor functions and actions of specialists of this level and the necessary knowledge and skills are considered.

Keywords: *transport enterprises, vehicle, qualitative and quantitative changes, middle-level specialists, labor functions and actions, knowledge and skills.*

В настоящее время отмечаются тенденции повышения мобильности населения и увеличения объемов товарооборота, что определяет необходимость дальнейшего развития как пассажирских, так и грузовых перевозок. Одновременно меняются требования к качеству оказываемых услуг по обеспечению пассажирских и грузовых перевозок, что требует обновления подвижного состава, увеличения доли современных грузовых автомобилей и автобусов, роста числа автобусов большого и особо большого классов и магистральных грузовых автомобилей.

От качества работы специалистов, обеспечивающих перевозки, зависит безопасность и регулярность движения, экологичность, экономичность перевозок. Происходящие изменения и обновление подвижного состава обусловливают высокие требования к профессиональному уровню данных специалистов, и, в первую очередь, к специалистам технических служб, обеспечивающих требуемый уровень технического состояния подвижного состава [1—3].

Происходят качественные и количественные изменения на автомобильном транспорте. Среднее число автомобилей на транспортных предприятиях составляет в настоящее время 40...60 ед., а некоторое время назад численность подвижного состава доходила до 250...300 ед. и более [4, 5].

Автотранспортные предприятия (АТП), осуществляющие грузовые перевозки, в среднем насчитывают 30...40 автомобилей и в основном не имеют собственной производственно-технической базы. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава таких предприятий осуществляются в дилерских центрах или на базах централизованного технического обслуживания. В то же время появляются такие предприятия, как "Автологистика" и "Итеко", имеющие до 700 ед. подвижного состава и располагающих собственной производственной базой.

Предприятия, осуществляющие пассажирские перевозки, как правило, имеют большее число единиц подвижного состава и соответственно располагают собственной производственной технической базой. В основном такие предприятия сосредоточены в крупных городах и мегаполисах. Так, в г. Москве основным перевозчиком, выполняющим пассажирские перевозки, является "Мосгортранс". Например, 17-й автобусный парк "Мосгортранса" эксплуатирует около 450 современных городских автобусов.

В Москве эксплуатируется около 6 тыс. автобусов более 10 марок и 30 моделей, а также десятки марок и моделей грузовых автомобилей, имеющих различную комплектацию по типу двигателя, коробок передач, типам мостов, отличающихся электронными системами управления двигателем, агрегатами трансмиссии, элементами подвески и рулевого управления, тормозными системами. Указанное определяет существенный разброс требований к диагностике, техническому обслуживанию и ремонту, а также соответствующее обеспечение этой деятельности подготовленным персоналом и оборудованием. В год обновляется около 10 % подвижного состава современными моделями [6].

Столь интенсивное обновление автомобильного парка в современной комплектации обусловливает необходимость в ускоренной и своевременной подготовке, переподготовке и повышении квалификации специалистов, обслуживающих данные транспортные средства. Эффективность системы обучения персонала автотранспортных предприятий, а также подбор и назначение кадров специалистов на определенные должности во многом обусловлено современными требованиями к специалистам на основе изменений, происходящих с предприятиями автомобильного транспорта в мегаполисе, что требует от системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации, формирование новых компетенций у специалистов среднего управленческого звена.

Необходимость и структура профессиональных требований определяются выполняемыми трудовыми функциями и их изменениями при ротации кадров. Уровень и направленность профессиональных компетенций реализуются учебными заведениями в формируемых системах подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов всех уровней.

Сотрудниками МАДИ был проведен анализ фактического состояния кадрового обеспечения должностей специалистов среднего управленческого звена типовой организационной структуры автобусных парков, ряда грузовых и легковых предприятий мегаполиса. Для исследования были выбраны должности руководителей среднего звена, определяющие эффективность работ по поддержанию автобусов и грузовых автомобилей в технически исправном состоянии, контролирующих их допуск к эксплуатации, контролирующих и обеспечивающих расходы запасных частей, материалов и топливных ресурсов, участвующих в разборе и анализе дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и др.

Полученные результаты показали, что на должностях руководителей технической службы работает от 50 до 100 % специалистов с высшим образованием соответствующего профиля, возраст около 40 лет, что вполне соответствует требованиям современного развития производства. Среди технических руководителей, начальников отделов главного механика, топливно-энергетических ресурсов, материально-технического снабжения доля специалистов соответствующего профиля от 15 до 25 %, что явно мало для столь важных направлений деятельности предприятий автомобильного транспорта.

Линейные руководители — начальники комплексов текущего ремонта (КТР), технического обслуживания (КТО), ремонтных участков (КРУ) — доля специалистов соответствующего профиля с высшим образованием — 30...40 %, со средним профессиональным — 15...20 %, что является более или менее удовлетворительной численностью. Но около 40...50 % специалистов, являющихся практиками или не имеющих профессионального образования, требуют специальной дополнительной переподготовки или повышения квалификации для формирования новых компетенций под новые функциональные обязанности или новые принципы поддержания автотранспортных средств (АТС) в технически исправном состоянии и повышения эффективности их эксплуатации. Линейные исполнители — мастера, старшие мастера комплексов КТО, КТР, КРУ, механики и мастера ОТК укомплектованы на 30...40 % специалистами соответствующего профиля, средний возраст — 35...40 лет; доля специалистов в возрасте 25...35 лет минимальна. Средний возраст начальников отделов 40...50 лет, инженеров отделов — 35...45 лет. Как правило, первичными должностями молодых специалистов выпускников вузов и колледжей (возраст 22...23 года, выпускники колледжей после службы в армии) являются должности мастеров, старших мастеров, механиков, инженеров отделов, диагностов. Указанная возрастная группа минимальна. Эти показатели указывают на то, что на автомобильный транспорт приходит мало молодых специалистов. Представленные данные указывают на недостаточную работу кадровых служб с молодыми специалистами.

Полученные данные показали, что начальники технических отделов от 35 до 50 % рабочего времени затрачивают на организацию и контроль за работой инженеров отдела, в том числе за разработкой технологических планировочных решений, специального оборудования, подбором необходимого оборудования, мероприятий по

охране труда. При этом на каждую из указанных задач приходится от 5 до 17 % временных затрат. Контролеры отдела технического контроля (ОТК) — основные объемы работ приходятся на контроль технического состояния автомобилей при выпуске и возврате с маршрута, контроль качества работ при ТО и ремонте. Инженеры отдела безопасности движения проводят занятия с водителями, осуществляют контроль за стажировкой водителей на новых маршрутах, и вновь принятых водителей, проводят разбор и анализ ДТП. Начальник смены 25...35 % времени занимается вопросами контроля за объемом и выполнением заявок на ремонт, 10...20 % времени организует и контролирует работу техпомощи, 10...15 % времени осуществляет контроль за графиком постановки автомобилей на ТО. Определенную долю времени занимает формирование и контроль загрузки постов, организация работы водителей-перегонщиков. Мастер ТО 20...30 % времени занимается организацией и обеспечением своевременного и качественного обслуживания автомобилей, а также участием в поиске неисправностей и причин, их вызвавших, и другими трудовыми функциями. Доли остальных трудовых функций для рассмотренных должностей существенно меньше.

Анализ фактического распределения трудовых функций позволяет определить основные требования к специалистам среднего управленческого звена автотранспортных предприятий, сформировать приоритеты в системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации.

Требования к специалистам среднего управленческого звена основываются на выполнении трудовых функций и должны на уровне первичных должностей отражать компетенции, изложенные в стандартах подготовки специалистов с высшим и средним профессиональным образованием [7—10].

Специалист среднего управленческого звена должен быть подготовлен к профессиональной деятельности в области технической эксплуатации автомобильного транспорта с целью применения научных и практических знаний, навыков и умений о конструкциях автомобилей, окружающей среде, условиях использования подвижного состава, организационных структурах предприятий, новых технических, технологических, экономических и организационных систем, направленных на увеличение эффективности функционирования автотранспортных средств.

Основными трудовыми функциями специалиста среднего управленческого звена на примере службы эксплуатации и технической службы являются:

— создание и реализация прогрессивных ресурсосберегающих процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автотранспортных предприятий;

— разработка и применение современных методов управления и принятия решений;

— совершенствование нормативов и показателей эффективности технической эксплуатации для работы автомобильного транспорта в условиях мегаполиса;

— техническая, экономическая и социальная оценка эффективности реализуемых мероприятий;

— проектирование, реконструкция и техническое перевооружение производственно-технической базы автобусных парков и автотранспортных предприятий мегаполиса;

— проектирование, испытание, организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и оснастки для ТО и ремонта подвижного состава автотранспортных предприятий;

— механизация и компьютеризация производственных процессов;

— организация и управление производственными процессами технической эксплуатации на уровне первичного трудового коллектива, цеха, участка, предприятия;

— совершенствование планирования и учета ТО и ремонта на основе использования современной вычислительной техники;

— организация материально-технического обеспечения и ресурсосберегающих мероприятий;

— контроль и оценка технического состояния подвижного состава;

— разработка и реализация мероприятий по обеспечению безопасности движения;

— обучение и повышение квалификации персонала технической службы;

— обеспечение экологичности автомобильного транспорта, защиты персонала и населения от вредного воздействия автомобильного транспорта;

— разработка и обеспечение мероприятий по охране труда и технике безопасности;

— владение наиболее распространенными компьютерными программами MS Word, MS Excel, Adobe Acrobat и другими стандартными приложениями Windows или их аналогами;

— разработка и реализация организационно-технических решений, направленных на минимизацию простоев и повышения качества ТО и ремонта подвижного состава и др.

Одновременно специалисты среднего звена транспортного предприятия выполняют такие трудовые действия, как:

— применение средств технического диагностирования (СТД) и технологического оборудования в соответствии с технологией и нормативами;

— проведение технического обслуживания и ремонта технологического оборудования;

— актуализация нормативно-технической документации;

— мониторинг и анализ информации об изменениях конструкции, узлов и агрегатов АТС;

— организация взаимодействия работников и распределения между ними полномочий;

— подготовка и предъявление к освидетельствованию технологического оборудования;

— контроль качества выполненных работ;

— проверка параметров технического состояния АТС и др.

Исходя из вышеизложенного, формируются требования по необходимым умениям и знаниям. Например, инженер технического отдела должен уметь применять средства технического диагностирования и технологическое оборудование, пользоваться универсальным инструментом для выполнения монтажных и наладочных работ, применять методы технической диагностики, разрабатывать нормативно-технические документы, разрабатывать операционно-постовые карты, работать с прикладными программами и др., должен обладать знаниями — устройства и конструкции АТС, их узлов и агрегатов, методами измерения параметров рабочих процессов узлов и агрегатов, проектирования и организации деятельности транспортного предприятия, способов сбора и обработки информации о надежности узлов и агрегатов, технологии технического обслуживания АТС, назначение и технические характеристики технологического оборудования и др.

Сформулированные требования к специалистам среднего управленческого звена автобусных парков и автотранспортных предприятий позволяют решить следующие вопросы:

— кадровую работу с персоналом;

— приема на работу персонала под определенные функциональные обязанности;

— продвижения на новые должности;

— определения необходимости и направленности подготовки, переподготовки и повышения квалификации, в том числе разработку перечня дисциплин, учебных планов и программ.

Система и организация подготовки, переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов среднего управленческого звена определяется потребностями автотранспортных предприятий и организаций вне зависимости от форм собственности на основе договорных отношений с высшими и средними профессиональными учебными заведениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Коньков В. А., Чеканов А. Ю.** Поддержание технического состояния грузовых автомобилей на станциях технического обслуживания // Грузовик. — 2013. — № 1. — С. 19—21.
2. **Ременцов А. Н., Зенченко В. А., Фетисов П. Б.** Необходимость управления объемами запасных частей на автотранспортных предприятиях // Грузовик. — 2014. — № 9. — С. 39—40.
3. **Ременцов А. Н., Коньков В. А., Чеканов А. Ю.** Системные требования к профессиональной подготовке руководителей среднего звена автобусных парков // В кн.: "Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта". Материалы 69-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. — МАДИ, 2011. — С. 54—61.
4. **Техническая эксплуатация автомобилей**: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др.; под ред. Е. С. Кузнецова. 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 2004. — 534 с.
5. **Техническая эксплуатация**, обслуживание и ремонт автотранспортных средств: Справ. и науч.-практ. пособие для специалистов отрасли "Автомоб. трансп.", для студ. и науч. сотрудников профильных вузов, НИИ (Российская автотранспортная энциклопедия. Т. 3, Практические рекомендации и нормативная база) / В. Н. Луканин, Е. С. Кузнецов, Г. М. Напольский, В. М. Приходько и др.; гл. науч. рук. В. Н. Луканин; МАДИ ТУ; МААДО; Междунар. центр труда. — М., 2000. — 455 с.
6. **Гребенюк В. В., Дунин А. В., Князьков Г. Д., Максимов В. А.** Особенности эксплуатации новых моделей городских автобусов // Грузовик. — 2014. — № 6. — С. 21—23.
7. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.
8. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего образования — специалитет по специальности подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.
9. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 43.03.01 Сервис.
10. **Федеральный** государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание двигателей, систем и агрегатов автомобилей.

АВТОМОБИЛИ, КОТОРЫЕ ВЫРУЧАЮТ

Весной прошла официальная пресс-конференция ООО "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС", совместного предприятия концерна Daimler AG и ПАО "КАМАЗ". Мероприятие было посвящено итогам деятельности "ДК РУС" в 2017 г. в сфере производства, продаж, послепродажного обслуживания грузовых автомобилей Mercedes-Benz и FUSO, а также автобусов Mercedes-Benz и Setra.

В пресс-конференции приняли участие новый генеральный директор ООО "ДК РУС" г-н Андреас Дойшле, финансовый директор Оксана Карахова, заместитель генерального директора г-н Юрген Ольбердинг, директор по продажам и послепродажному обслуживанию марки Mercedes-Benz Герман Гильфанов, директор по продажам и послепродажному обслуживанию грузовых автомобилей FUSO Илья Бочкарев, директор по развитию дилерской сети и проектов г-н Аксель Хоферихтер.

Руководители "ДК РУС" рассказали об успешной деятельности грузового подразделения головной компании Daimler AG, рекордно высоких результатах "ДК РУС" и итогах производства грузовиков Mercedes-Benz и FUSO на заводе в Набережных Челнах в 2017 г., а также о статусе ввода в эксплуатацию завода каркасов кабин. "За всю историю компании "ДК РУС" не было столь успешного года, как 2017-й, — отметила Оксана Карахова. — Оборот "ДК РУС" увеличился на 131 %, прибыль (EbiT) — на 88 %. Значительный рост также продемонстрировал бизнес послепродажного обслуживания. Оборот компании по запчастям Mercedes-Benz увеличился на 36 %, а FUSO — на 57 %. Мы продали рекордное количество грузовиков Mercedes-Benz, максимальное количество телематических устройств, сервисных контрактов, а также достигли отличных результатов в улучшении наших показателей клиентской удовлетворенности, наличия запасных частей, удержав долю рынка".

2017 г. стал для "ДК РУС" рекордным за всю историю продаж грузовой техники Mercedes-Benz, которые выросли на 170 % по сравнению с прошлым годом. Продажи грузовиков марки FUSO также показали существенный рост — на 37 %. Кроме того, в 2017 г. на 40 % увеличились продажи автобусов марки Mercedes-Benz. "Грузовой автотранспорт Mercedes-Benz демонстрирует значительные темпы роста, поскольку экономика восстанавливается, ситуация на рынке становится более благоприятной, — подчеркнул Андреас Дойшле. — Многие клиенты ранее откладывали покупку новых машин. А теперь появилась возможность обновлять свои автопарки. Когда клиент ориентируется на надежность, экономичность транспортных средств, высокий уровень сервиса, тогда выбор резонно делается в пользу европейских грузовиков. Наша цель на 2018 г., на ближайшее будущее компании — стать номером один на рынке, номером один в качестве сервисного сопровождения изделий и, самое важное, — номером один по уровню удовлетворенности наших клиентов. Задача компании — понимать их потребности, оказывать своевременную профессиональную помощь".

Более 70 % всех проданных в 2017 г. грузовиков Mercedes-Benz и 100 % грузовиков FUSO были произведены на заводе в г. Набережные Челны. Всего за время существования завода "ДК РУС" в Набережных Челнах к концу 2017 г. было произведено более 23 000 автомобилей: более 14 000 — Mercedes-Benz и более 9000 — FUSO. Чтобы полностью удовлетворить растущий спрос на технику Mercedes-Benz и FUSO, в августе 2017 г. завод перешел на трехсменный график работы. "Относительная стабилизация в российской эко-

номике, рост рынка коммерческого автотранспорта ведут к положительным переменам в индустрии. В этой связи "ДК РУС" ставит перед собой амбициозные цели в отношении производства грузовиков Mercedes-Benz и FUSO, которое полностью соответствует высочайшим европейским стандартам качества", — рассказал Юрген Ольбердинг.

В прошлом году в Набережных Челнах также завершилось строительство нового заводского корпуса, предназначенного для выпуска каркасов кабин. В данный момент осуществляется его оснащение необходимой техникой и аппаратурой. Старт производства запланирован на 2019 г. Площадь нового завода составляет 59 600 кв. м, производственная мощность — 55 000 кабин в год.

ООО "ДК РУС" уделяет большое внимание формированию прямого контакта с транспортниками, эксплуатирующими технику Mercedes-Benz, и постоянному расширению географии присутствия. В прошлом году дилерская сеть грузовых автомобилей Mercedes-Benz пополнилась тремя новыми авторизованными дилерскими центрами, построенными в соответствии с немецкими стандартами качества Daimler AG. В дальнейших планах — не только количественное, но и качественное расширение сети: повышение сервисных партнеров до ранга дилеров и др.

"Мы довольны результатами ушедшего года и с оптимизмом смотрим в будущее. Наша компания не просто наблюдала быстрое восстановление рынка, но и сама активно участвовала в данном процессе. ООО "ДК РУС" по итогам 2017 г. является финансово независимой, динамично развивающейся компанией, которая инвестирует в обучение наших клиентов, партнеров, сотрудников, в маркетинговые мероприятия, новые дилерские центры, высокие технологии и, безусловно, в уникальный продукт — грузовики Mercedes-Benz и FUSO, — подчеркнула Оксана Карахова. — Мы прекрасно понимаем, что наше будущее создается тем, что мы делаем сегодня, а не тем, что мы будем делать завтра".

Пресс-служба ООО "ДК РУС"

ЧЕТРА Т9 ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Бульдозер легкого класса ЧЕТРА Т9 пополнил парк спецтехники "Комиэнерго" — региональной энергетической компании, обеспечивающей передачу и распределение электроэнергии на территории Республики Коми.

Машину для "Комиэнерго", филиала "МРСК Северо-Запада", поставил официальный дилер ЧЕТРА ООО "Уралтехтранс". Бульдозер ЧЕТРА Т9 будет работать в рамках задач эксплуатирующей компании по обеспечению надежного и бесперебойного энергоснабжения более 800 тыс. потребителей.

Сочетание небольших габаритов, массы 17 т и высокой производительности делают бульдозер ЧЕТРА Т9 одной из самых востребованных моделей линейки спецтехники ЧЕТРА. Передовые конструкторские и технологические решения позволяют эффективно эксплуатировать ЧЕТРА Т9 не только в дорожно-строительной отрасли, но и в промышленном, нефтегазовом, энергетическом строительстве, и даже горнодобывающей промышленности.

Благодаря маневренности, бульдозер ЧЕТРА Т9 удобно эксплуатировать в стесненных условиях: этого свойства машины конструкторы достигли благодаря электрогидравлическому управлению трансмиссией, реализованному, в свою очередь, при помощи контроллера и пульта в кабине.

Уникальная модульная конструкция всех узлов и систем ЧЕТРА Т9 гарантирует простоту технического обслуживания бульдозера. Между тем система онлайн-мониторинга работающей техники, установленная на ЧЕТРА Т9, позволяет добиться еще более эффективной эксплуа-

тации бульдозера. Так, при наличии доступа в Интернет в режиме реального времени можно следить за местонахождением каждой машины, расходом топлива, состоянием аварийных датчиков, временем наработки и т. д. Информацию о состоянии техники собирает и передает бортовое навигационно-связное оборудование ГЛОНАСС/GPS.

Удобен бульдозер ЧЕТРА Т9 и для оператора: кабина бульдозера эргономична и гарантирует оператору оптимальные условия работы. Комфортный микроклимат в кабинах, оснащенных двойными стеклопакетами, обеспечивают кондиционер, а также зависимый и независимый отопители.

Пресс-служба компании ЧЕТРА

ЗА АЛМАЗАМИ ЯКУТИИ

Самые мощные бульдозеры ЧЕТРА Т40 отправились в Республику Саха (Якутия): две 65-тонные машины пополнят технологический парк российской горнорудной компании АК "АЛРОСА" — стратегического партнера ОАО "ЧЕТРА-Промышленные машины".

"Бульдозеры ЧЕТРА Т40 — самые тяжелые из серийно выпускаемых в России гусеничных тракторов. Они зарекомендовали себя как максимально производительные и надежные в эксплуатации машины. "При разработке модели конструкторы ориентировались на требования специалистов горнодобывающей промышленности, — отметила Ирина Машенькина, исполнительный директор ОАО "ЧЕТРА-ПМ". — В результате, эта спецтехника эффективно и бесперебойно работает в любых, даже самых сложных условиях".

Надежность и производительность ЧЕТРА Т40 обеспечивают передовые конструкторские и технологические решения. Машина оснащена мощным и экономичным двигателем Cummins мощностью 590 л. с. и легка в управлении благодаря гидромеханической трансмиссии с электрогидравлическим управлением джойстиками из кабины оператора. Одновременно гидромеханическая трансмиссия ЧЕТРА Т40 позволяет наиболее полно использовать мощность двигателя, добиваться высоких тяговых характеристик и разрабатывать даже мерзлые и скальные грунты.

Уникальная модульная конструкция всех узлов и систем ЧЕТРА Т40 — ходовой части, трансмиссии, рабочего оборудования, кабины и систем управления — гарантирует простоту технического обслуживания бульдозера. Рабочее место оператора ЧЕТРА Т40 сконструировано с учетом требований эргономики: конструкция кабины с двойным остеклением обеспечивает оператору машины максимальный обзор оборудования и рабочих зон. Шумопоглощающая обивка кабины, подрессоренное и регулируемое сиденье сводят к минимуму шум и вибрации. Комфортный микроклимат в кабине обеспечивают кондиционер, а также зависимый и независимый отопители.

Система онлайн-мониторинга работающей техники, которой оснащается ЧЕТРА Т40, позволяет добиться еще более эффективной эксплуатации бульдозера: при наличии доступа в Интернет в режиме реального времени можно следить за каждой машиной ЧЕТРА: ее местонахождением, расходом топлива, состоянием аварийных датчиков, временем наработки и т. д. Информацию о состоянии техники собирает и передает бортовое навигационно-связное оборудование ГЛОНАСС/GPS, устанавливаемое на весь модельный ряд машин.

Пресс-служба компании ЧЕТРА

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ШИНА ROADBIB

Компания Мишлен разработала шину MICHELIN ROADBIB. Это первая шина для тракторов мощностью от 200 л. с., которые активно эксплуатируются на дорогах общего пользования. Новинка обладает такими характеристиками, как высокая производительность, долговечность и повышенные тяговые характеристики.

Мощные тракторы много времени проводят на дорогах общего пользования. Более того, зачастую им приходится буксировать тяжелые прицепы. Перед исследователями и инженерами компании Мишлен была поставлена сложная задача — разработать такую шину, которая будет применяться на уплотненных и агрессивных грунтовых покрытиях, обеспечит высокие тяговые характеристики и долговечность, а также сможет продемонстрировать высокую эффективность в условиях полевых работ на мягкой почве.

MICHELIN ROADBIB отличается необычным рисунком протектора: компания Мишлен впервые разработала сельскохозяйственную шину без традиционных грунтозацепов. Рисунок протектора включает в себя 52 блока с целью достижения максимальной тяги, а также центральное ребро. В контакте с дорожным покрытием находится 40 % протектора шины — это на 60 % больше, чем у традиционной сельскохозяйственной шины с грунтозацепами. Такое решение обеспечивает высокий уровень комфорта и увеличивает срок службы на 25 %. Например, срок службы традиционной шины составляет 4000 ч, а MICHELIN ROADBIB выдерживает 5000 ч эксплуатации.

Инновационное решение, специально разработанное для интенсивного использования на дорогах общего пользования и обладающее большей долговечностью, чем традиционные сельскохозяйственные шины, обеспечит фермерам долгий срок службы шины и снижение затрат при отличных тяговых характеристиках в полевых условиях.

Шина MICHELIN ROADBIB поступила на рынок с I квартала 2018 г. в двух типоразмерах — 600/70R30 для передней и 710/70R42 для задней оси трактора.

Пресс-служба Мишлен в России

ТУРЕЦКИЕ ЭКСПОРТЕРЫ НА "КАМАЗЕ"

ПАО "КАМАЗ" с рабочим визитом посетила делегация Ассоциации экспортеров продукции автомобилестроения "Улудаг" (Турция).

В составе делегации — член Правления Ассоциации Шерифе Эрэн, генеральный консул Турецкой Республики в г. Казань Ахмет Садык Доган и еще более 20 руководителей и специалистов. Сопровождали турецких гостей заместитель министра промышленности и торговли РТ Денис Валеев и старший специалист отдела машиностроительного комплекса Минпромторга РТ Ильгам Хаффазов. Целью визита представителей Ассоциации на "КАМАЗ" стала презентация производимой продукции, а также изучение возможностей поставок и обсуждение перспектив сотрудничества.

Ассоциация "Улудаг", в структуру которой входят все основные автомобильные компании Турции, является координатором Ассоциации автомобильной промышленности. С некоторыми из турецких компаний специалисты "КАМАЗа" уже встречались на международной конференции в Бурсе (Турция) в прошлом году. В этот раз в ходе переговоров были детально изучены требования "КАМАЗа" к потенциальным поставщикам и рассмотрены перспективы сотрудничества. Интерес для лидера российского грузового машиностроения представляют турецкие фирмы, занимающиеся освоением хомутов, резиновых изделий, болтов и другой продукции.

Помимо проведенных переговоров, делегация ознакомилась с работой главного сборочного конвейера и конвейера сборки кабин автомобильного завода "КАМАЗа". Также представители Турции побывали на площадях Камского индустриального парка "Мастер".

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

На заводе каркасов кабин для автомобилей КАМАЗ поколения К5 идет монтаж технологического оборудования. Работы по обустройству промышленной площадки начались прошлой осенью — сразу после сдачи корпуса.

"Партнеру "КАМАЗа" по этому проекту — совместному предприятию Daimler KAMAZ RUS удалось получить от Федеральной таможенной службы классификационное решение, позволяющее ввозить оборудование для сварки и окраски под единым таможенным кодом, — рассказал заместитель директора по развитию по взаимодействию с СП Владислав Пастушенко. — Это значительно ускорит время поставки". Он также сообщил, что всего в Набережные Челны должны прибыть 150 фур со сварочным оборудованием Comau и 400 — с окрасочным оборудованием фирмы Dürr.

В ожидании монтажа находятся резервуары для окраски, доставленные 20 автомобилями. Первая партия прибыла еще в октябре 2017 г., накануне сдачи корпуса, построенного "КАМАЗом" в рамках совместного с Daimler проекта.

Работа идет во всех помещениях нового завода. В логистическом терминале смонтированы стеллажи для размещения комплектующих. В цехе сварки закончен монтаж металлоконструкций для дальнейшей "привязки" конвейерных линий и 95 роботов, которые будут трудиться на двух уровнях. Идет монтаж мощных воздуховодов, началась разметка пола. Каждый агрегат сразу после доставки станет на обозначенное специалистами место.

В цехе окраски каркасов кабин уже есть отсек для размещения окрасочного оборудования. Сваренные каркасы по конвейеру сразу будут поворачивать на линию катафореза и окраски, а после сушки — подниматься на второй этаж, откуда каркасы попадут в зону логистики и будут отгружены на автомобильный завод.

На особом контроле — температурный режим в корпусе. Монтаж конструкций и установка оборудования должны идти при температуре не ниже +10 °С, его пуск осуществляется при +20 °С.

Пуско-наладочные работы сварочного и окрасочного производства намечены на июнь, а пробная серия каркасов кабин выпущена уже в октябре. Серийное производство КАМАЗов поколения К5 с новыми кабинами запланировано на 2019 г.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

JCB FINANCE ПОДВЕЛА ИТОГИ РАБОТЫ В 2017 Г.

В 2017 г. количество техники JCB, реализованной в России в рамках собственной лизинговой программы британского производителя, выросло почти в 2 раза.

JCB Finance реализуется в партнерстве с лизинговой компанией ЮниКредит Лизинг и доступна покупателям машин JCB в каждой точке продаж официальной дилерской сети. В 2017 г. в рамках программы было профинансировано на 188 % больше единиц строительной и сельскохозяйственной техники по сравнению с 2016-м на сумму 4 млрд руб. Объем лизингового финансирования составил более 2,5 млрд руб.

В 2017 г. JCB Finance отметила 4-летие присутствия на российском рынке. Сначала программа была доступна покупателям строительной техники. В 2015 г. была запущена JCB Finance AGRI для предприятий, желающих приобрести сельскохозяйственные машины. За 4 года по программе было реализовано 1500 единиц техники: 1200 строительных машин на общую сумму 6,3 млрд руб. и 300 сельскохозяйственных машин на сумму 1,7 млрд руб. Объем лизингового финансирования составил около 5 млрд руб.

"Сегодня каждая третья машина JCB в России продается по JCB Finance. Это доказывает, что программа является эффективным решением для наших клиентов при расширении своего парка или обновлении техники с точки зрения предложения заказчикам привлекательных условий финансирования и удобных процессов оформления сделок. Активная поддержка программы со стороны наших дилеров свидетельствует о том, что для них она является реальным инструментом маркетинга и продаж, а также возможностью реальной помощи клиентам в приобретении машин JCB", — говорит руководитель JCB Finance в России и СНГ Оксана Евтушевская.

"Мы рассматриваем сотрудничество с компанией JCB в рамках программы JCB Finance как стратегическое и продолжаем активно инвестировать в ее развитие, выделяя дополнительные

ресурсы, а также внедряем новые лизинговые продукты и совершенствуем процессы. Мы видим очень большой потенциал для дальнейшего развития программы и стараемся делать все необходимое, чтобы она становилась все более востребованной у наших клиентов", — отмечает генеральный директор ЮниКредит Лизинг Александр Клюев.

В 2017 г. для строительной техники JCB действовали специальные предложения практически на весь модельный ряд. Так, флагманские экскаваторы JCB JS205 и JS305 можно было приобрести с рассрочкой на год без уплаты процентов при авансе 49 %. Кроме того, на некоторые виды техники была запущена акция с удорожанием 0 %: мини-погрузчики JCB были доступны в рассрочку при авансе 15 % и сроке 15 мес., а мини-экскаваторы JCB — при авансе 18 % и сроке 18 мес. Также на фронтальные погрузчики JCB действовала рассрочка с нулевым удорожанием на 2 года при авансе 49 %.

На сельскохозяйственную технику JCB также были доступны субсидированные предложения. Например, на протяжении последних 4 месяцев по программе JCB Finance AGRI действовало выгодное предложение на телескопические погрузчики "Невозможно отказаться! Телескопические погрузчики JCB 0 % с минимальным авансом!". Для покупки техники сельхозпредприятию необходимо было внести аванс в размере 1 млн руб., рассрочка предоставлялась на 1,5 года.

В рамках программы JCB Finance AGRI была проведена работа по улучшению процесса рассмотрения заявок: анкету для клиентов упростили до 2 страниц, а сроки принятия решений сократили до 4 дней. Также покупателям сельскохозяйственной техники теперь доступен продукт "Без финансовых документов", который позволяет не запрашивать у клиента финансовую отчетность и не производить анализ финансового положения. Срок лизинга в этом случае составляет 36 мес. с минимальным авансом 25 %.

JCB осуществляет собственные программы финансирования по всему миру, некоторым из них уже более 40 лет. UniCredit Leasing является партнером JCB в 11 странах Европы.

Внешняя пресс-служба JCB

ДИЛЕРСКИЙ ЦЕНТР В ИРКУТСКЕ

В г. Иркутске на территории "Байкалит-СКЦ" состоялось открытие официального дилерского центра Mercedes-Benz. В торжественной церемонии приняли участие Аркадий Персов, генеральный директор ЗАО "Байкалит-СКЦ", Аксель Хоферихтер, директор по развитию дилерской сети и проектов ООО "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС", Сорен Хезе, генеральный директор по направлению малотоннажных автомобилей АО "Мерседес-Бенц РУС", Екатерина Лебедева, директор дилерского центра. Мероприятие посетили более 70 компаний-клиентов, партнеров, а также представители СМИ.

Официальная часть началась пресс-конференцией с региональной профессиональной прессой. В ходе сессии "вопросы-ответы" были названы основные цели открытия дилерского центра в Иркутске, предоставлены данные о соответствии дилерского центра высоким стандартам немецкого качества и многое другое. "Байкалит-СКЦ" успешно обслуживает большую часть автомобильного парка частных и государственных компаний как Иркутской области, так и Республики Бурятия, Забайкальского Края, Республики Саха (Якутия), что говорит о высокой значимости события для региона в целом.

ЗАО "Байкалит-СКЦ" сотрудничает с брендом "Мерседес-Бенц" уже более 17 лет. Дилерский центр "Байкалит" — единственный в Восточной Сибири, который объединяет продажи грузовой и малотоннажной техники Mercedes-Benz, проводя сервисное сопровождение легковых, грузовых и малотоннажных автомобилей.

Центр оснащен современным высокотехнологичным оборудованием. В сервисной зоне находятся 10 рабочих постов, из них шесть для грузовых автомобилей и четыре для малотоннажных и легковых.

Пресс-служба ООО "ДК РУС"

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 14.05.2018. Подписано в печать 24.07.2018. 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**