ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
АВТОМОБИЛЬНЫЙ И АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ «НАМИ»

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

ТРУДЫ НАМИ

Выпуск № 3 (266) / 2016

Издание выходит с 1923 года

Москва
2016

УДК 016:629.3
ББК 31+34+39

ISSN 0135-3152

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

ТРУДЫ НАМИ

№ 3 (266) / 2016

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-21162 от 30 мая 2005 г.

Периодичность: 4 выпуска в год.

РЕДАКЦИЯ

Козловская М.А. – канд. техн. наук, редактор, член Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ)
Раевская Т.П. – корректор
Савицкая Т.П. – канд. филол. наук, перевод
Дунаева А.Б. – верстка
Мелинковская Т.А. – оформление обложки

Адрес: 125438, Российская Федерация, г. Москва, ул. Автомоторная, д. 2
Тел.: (495) 456-57-02, доб. 244
E-mail: trudy.nami@nami.ru
Web: www.nami.ru

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» **20439**
Тираж: 200 экз.

Номер подписан в печать 30.09.2016
Формат 60x88/8. Печ. л. 13,75

Отпечатано ООО «ТРП»:
127137, г. Москва, ул. Правды, д. 24, стр. 5

Сборник включён в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук по специальностям:
05.04.00 – энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение;
05.05.00 – транспортное, горное и строительное машиностроение.

Издание включено в систему РИНЦ и в Ulrich's Periodicals Directory.

Полнотекстовые версии доступны на сайте htpp://elibrary.ru

При цитировании материалов сборника ссылка обязательна. Перепечатка материалов допускается только по согласованию с редакцией и авторами.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Гайсин С.В. – генеральный директор ФГУП «НАМИ» (г. Москва, Российская Федерация).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бахмутов С.В. – д-р техн. наук, профессор, зам. генерального директора по науке ФГУП «НАМИ» – **заместитель главного редактора** (г. Москва, Российская Федерация).

Кутенёв В.Ф. – д-р техн. наук, профессор, председатель Экспертного совета ФГУП «НАМИ» – **заместитель главного редактора** (г. Москва, Российская Федерация).

Нагайцев М.В. – д-р техн. наук, советник генерального директора ФГУП «НАМИ» – **заместитель главного редактора** (г. Москва, Российская Федерация).

Фисенко И.А. – канд. техн. наук, доцент, ведущий эксперт Экспертного совета ФГУП «НАМИ» – **ответственный секретарь редакционной коллегии** (г. Москва, Российская Федерация).

Альгин В.Б. – д-р техн. наук, профессор, зам. генерального директора по научной работе Объединённого института машиностроения НАН Беларуси (Председатель Белорусского национального комитета в Международной федерации по теории механизмов и машин IFToMM, Член технического комитета Multibody Dynamics IFToMM, Председатель технического комитета по стандартизации Республики Беларусь ТК BY 33 «Надёжность в технике», Эксперт МЭК) (г. Минск, Беларусь).

Гируцкий О.И. – д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета ФГУП «НАМИ», председатель технического комитета по стандартизации ТК 56 (г. Москва, Российская Федерация).

Девянин С.Н. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (г. Москва, Российская Федерация).

Демич М. – д-р техн. наук, профессор, Университет г. Крагуевац, действительный член Академии инженерных наук Сербии, академик Евро-средиземноморской академии искусств и наук, академик Академии Транспорта РФ (г. Крагуевац, Сербия).

Загарин Д.А. – канд. техн. наук, доцент, зам. генерального директора ФГУП «НАМИ» – директор Центра испытаний, Президент Ассоциации автомобильных инженеров (г. Москва, Российская Федерация).

Иванов А.М. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» (г. Москва, Российская Федерация).

Каменев В.Ф. – д-р техн. наук, профессор, ведущий эксперт Экспертного совета ФГУП «НАМИ» (г. Москва, Российская Федерация).

Кисуленко Б.В. – д-р техн. наук, профессор, зам. генерального директора по техническому регулированию ФГУП «НАМИ», вице-председатель Всемирного форума по согласованию правил в области ТС (г. Москва, Российская Федерация).

Коровкин И.А. – канд. экон. наук, исполнительный директор НП «Объединения автопроизводителей России» (г. Москва, Российская Федерация).

Котиев Г.О. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой СМ-10 «Колёсные машины» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (г. Москва, Российская Федерация).

Красневский Л.Г. – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник Объединённого института машиностроения НАН Беларуси, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, Беларусь).

Левит С.М. – ведущий специалист, AVL LIST GmbH (г. Грац, Австрия).

Москвин В.А. – д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (г. Москва, Российская Федерация).

Поддубко С.Н. – канд. техн. наук, доцент, генеральный директор Объединённого института машиностроения НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь).

Предигер В. – д-р техн. наук, профессор, Университет прикладных наук (г. Оснобрюк, Германия).

Рябчинский А.И. – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» (г. Москва, Российская Федерация).

Сайкин А.М. – д-р техн. наук, начальник управления «Специальные программы» ФГУП «НАМИ» (г. Москва, Российская Федерация).

Тер-Мкртичьян Г.Г. – д-р техн. наук, профессор, начальник управления «Топливные системы» ФГУП «НАМИ» (г. Москва, Российская Федерация).

Тольский В.Е. – д-р техн. наук, профессор, старший эксперт Экспертного совета ФГУП «НАМИ» (г. Москва, Российская Федерация).

Фомин В.М. – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобильные и тракторные двигатели» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (г. Москва, Российская Федерация).

Шарипов В.М. – д-р техн. наук, профессор, советник ректора по научной работе ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (г. Москва, Российская Федерация).

Яманин А.И. – д-р техн. наук, профессор, кафедра «Двигатели внутреннего сгорания» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» (г. Ярославль, Российская Федерация).

© ФГУП «НАМИ», 2016
© Авторы статей, 2016

UDC 016:629.3
LBC 31+34+39

ESTABLISHER AND PUBLISHER

Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI")

Certificate of mass media registration ПИ № ФС77-21162 from 30 May 2005

Issues a year: four.

EDITORIAL STAFF

Kozlovskaya M.A. – PhD (Eng), editor, Member of the Association of Science Editors and Publishers (ASEP)

Raevskaya T.P. – proofreader

Savitskaya T.P. – PhD (Phil), translation

Dunaeva A.B. – page-proofs

Melinkovskaya T.A. – cover design

Address: 2, Automotornaya st., Moscow, 125438, Russian Federation

Tel.: (495) 456-57-02, ext. 244

E-mail: trudy.nami@nami.ru

Web: www.nami.ru

Distributed by subscription.
Circulation: 200 items.

The edition is put in press 30.09.2016
Format 60x88/8. Press sheets 13,75

Printed in LLC "TRP"

The publication is included in List of the Supreme Certifying Committee of the Russian Federation.

The publication is included in Research Electronic Library (E-Library), included into specialized database Russian Citation Index (RISC) and Ulrich's Periodicals Directory. Full-text versions are available on http://elibrary.ru

For citing the publication materials the reference is obligatory. Reprinting of the materials is possible with the authors and the editors' permission only.

ISSN 0135-3152

COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES

TRUDY NAMI

№ 3 (266) / 2016

EDITOR-IN-CHIEF

Gaysin S.V. – Chief Executive Officer (CEO) of FSUE "NAMI" (Moscow, Russian Federation).

EDITORIAL BOARD

Bakhmutov S.V. – D.Sc. (Eng), professor, Deputy CEO for Science (Research) of FSUE "NAMI" – **deputy editor-in-chief** (Moscow, Russian Federation).

Kutenev V.F. – D.Sc. (Eng), professor, Chairman of Expert Council, FSUE "NAMI" – **deputy editor-in-chief** (Moscow, Russian Federation).

Nagaytsev M.V. – D.Sc. (Eng), Adviser CEO, FSUE "NAMI" – **deputy editor-in-chief** (Moscow, Russian Federation).

Fisenko I.A. – PhD (Eng), associate professor, Leading Expert of the Expert Council, FSUE "NAMI" – **executive secretary of the Editorial Board** (Moscow, Russian Federation).

Algin V.B. – D.Sc. (Eng), professor, Deputy General Director in Science Joint Institute of Mechanical Engineering National Academy of Sciences of Belarus (Chairman of Belarusian Committee of IFToMM Member of IFToMM Technical Committee for Multibody Dynamics Chairman of Belarusian Committee on Standardization TC BY33 "Reliability in technique" IEC Expert from Belarus) (Minsk, Belarus).

Girutskiy O.I. – D.Sc. (Eng), professor, Deputy Chairman of the Expert Council, FSUE "NAMI", Chairman of the Technical Committee for Standardization TC 56 (Moscow, Russian Federation).

Devyanin S.N. – D.Sc. (Eng), professor, Head of "Tractors and Automobiles" department, FSBEE HE RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev (Moscow, Russian Federation).

Demić M. – D.Sc. (Eng), professor, Full Member of the Academy of Engineering Sciences of Serbia, Member of the Euro Mediterranean Academy of Arts and Sciences, Member of the Academy of Transport of the Russian Federation (Kragujevac, Serbia).

Zagarin D.A. – PhD (Eng), associate professor, Deputy CEO – Head of NAMI Test Centre, President of Association of Automobile Engineers, FSUE "NAMI" (Moscow, Russian Federation).

Ivanov A.M. – D.Sc. (Eng), professor, Head of "Automobiles" department, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) (Moscow, Russian Federation).

Kamenev V.F. – D.Sc. (Eng), professor, Leading Expert of the Expert Council, FSUE "NAMI" (Moscow, Russian Federation).

Kisulenko B.V. – D.Sc. (Eng), professor, Deputy CEO for Technical Regulation, FSUE "NAMI", Deputy Chairman of the World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (Moscow, Russian Federation).

Korovkin I.A. – PhD (Econ), Executive Director of the Association of Russian Automakers (OAR) (Moscow, Russian Federation).

Kotiev G.O. – D.Sc. (Eng), professor, Head of "Wheeled machines" department, Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russian Federation).

Krasnevskiy L.G. – D.Sc. (Eng), professor, Chief Researcher, Science Joint Institute of Mechanical Engineering National Academy of Sciences of Belarus, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus).

Levit S.M. – Leading Specialist, AVL LIST GmbH (Graz, Austria).

Moskvin V.A. – D.Sc. (Econ), professor, State University of Management (Moscow, Russian Federation).

Poddubko S.N. – PhD (Eng), associate professor, General Director of the Science Joint Institute of Mechanical Engineering National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus).

Prediger V. – D.Sc. (Eng), professor, Osnabruck University of Applied Sciences (Osnabruck, Germany).

Ryabchinskiy A.I. – D.Sc. (Eng), professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) (Moscow, Russian Federation).

Saykin A.M. – D.Sc. (Eng), Head of "Special Programs" department, FSUE "NAMI" (Moscow, Russian Federation).

Ter-Mkrtichyan G.G. – D.Sc. (Eng), professor, Head of "Fuel systems" department, FSUE "NAMI" (Moscow, Russian Federation).

Tolskiy V.E. – D.Sc. (Eng), professor, Senior Expert of the Expert Council, FSUE "NAMI", (Moscow, Russian Federation).

Fomin V.M. – D.Sc. (Eng), professor, Department "Automobile and tractor engines", Moscow Polytechnic University (Moscow, Russian Federation).

Sharipov V.M. – D.Sc. (Eng), professor, Advisor Rector, Moscow Polytechnic University (Moscow, Russian Federation).

Yamanin A.I. – D.Sc. (Eng), professor, Department "Internal combustion engines", Yaroslavl State Technical University (Yaroslavl, Russian Federation).

© FSUE "NAMI", 2016
© Authors of articles, 2016

СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ AUTOMOBILE DEVELOPMENT

Гайсин С.В.
Об оптимизации нормативных требований по пассивной и активной безопасности к конструкции автотранспортных средств

6

Gaysin S.V.
Optimization of active and passive safety standard requirements for the design of motor vehicles

Бяков К.Е., Наумов В.Н., Машков К.Ю., Чижов Д.А.
Разработка методики расчёта и выбор рациональных параметров эластомеханического роторно-винтового движителя транспортно-технологического средства

15

Byakov K.E., Naumov V.N., Mashkov K.Yu., Chizhov D.A.
Development and choice of calculation method rational parameters for elastomechanical rotary screw propulsion unit of transport and technological vehicles

Михайлов В.Г., Мишута Д.В.
Расчётное исследование влияния параметров подвески сиденья на вибронагруженность рабочего места водителя грузового автомобиля

25

Mikhailov V.G., Mishuta D.V.
Estimated study the effect of seat suspension parameters on the load vibration of a truck driver working seat

Бузунов Н.В., Котиев Г.О., Падалкин Б.В.
Особенности реализации «обратной связи» для различных систем рулевого управления колёсных машин

35

Buzunov N.V., Kotiev G.O., Padalkin B.V.
The peculiarities of "feedback" implementation in different steering systems of wheeled vehicles

Дубин Д.А., Наказной О.А., Смирнов И.А., Шлеев А.Н.
Экспериментальное определение кинематических и силовых параметров нагружения элементов системы подрессоривания быстроходной гусеничной машины

45

Dubin D.A., Nakaznoi O.A., Smirnov I.A., Shleev A.N.
Experimental determination of kinematic and power parameters of loading the suspension system elements of a high-mobility tracked machine

Тараторкин А.И., Харитонов С.А., Дроздов П.А., Нагайцев М.М.
Виды разрушения фрикционных дисков, используемых в планетарных коробках передач в качестве элементов управления

55

Taratorkin A.I., Kharitonov S.A., Drozdov P.A., Nagaytsev M.M.
Types of destruction of friction discs used as control elements in a planetary gearbox

Кириллов К.А.
Регламентация требований к безопасности автотранспортных средств (АТС) в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) при внесении изменений в конструкцию

63

Kirillov K.A.
Regulation of the requirements for the transport vehicle safety in the Eurasian Economic Union (EAEU) in case of design modifications

Шкель А.С.
К вопросу об эффективном использовании технологических надстроек в составе автомобиля Урал-432065 сельскохозяйственного назначения

73

Shkel' A.S.
To the problem of the effective use of technological superstructures in Ural-432065 for agricultural purposes

ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ — ENGINE DEVELOPMENT

Лихачёв Д.С., Тараторкин И.А., Харитонов С.А.
Анализ возмущающих крутящих моментов силовых установок средствами программного пакета LMS Imagine.Lab AMESim

83

Likhachev D.S., Taratorkin I.A., Kharitonov S.A.
Analysis of disturbing torque by means of LMS Imagine.Lab AMESim software package

Сонкин В.И.
Аэродинамика впускных каналов: нейтральные каналы
Часть 1

93

Sonkin V.I.
Aerodynamics of intake ports: neutral ports
Part 1

Конев А.Д.
Выбор алгоритмов микропроцессорного управления силовым агрегатом автомобиля

104

Konev A.D.
Microprocessor controlling system of a vehicle power unit

УДК 629.331

Гайсин Сергей Владимирович
генеральный директор ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Российская Федерация
E-mail: sv.gaisin@nami.ru

Статья поступила 20.09.2016

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПО ПАССИВНОЙ И АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Предписания нормативных документов, регламентирующих технические требования, предъявляемые к автотранспортным средствам (АТС), и методы их испытаний положены в основу регламентации требований по активной, пассивной и функциональной безопасности, обеспечение соответствия которым является основной задачей сертификации. Определение перечня нормативных документов, которые регламентируют технические требования к транспортным средствам, является важным этапом при создании системы сертификации. Решение проблемы конструктивной безопасности может быть обеспечено, с одной стороны, за счёт ведущейся в настоящее время разработки Правил ООН № 0, а, с другой стороны – форсированием разработки международных технических требований к важнейшим параметрам АТС, влияющих на их безопасность, и которые ещё не включены в перечень Правил ООН. Разработка и оперативное утверждение Правил ООН № 0 для грузовых автомобилей и автобусов (категорий M_2, M_3 и N) позволит не допустить на российский рынок небезопасных АТС, т.е. запретить ввоз и эксплуатацию АТС, несоответствующих номенклатуре обязательных требований, включённых в Правила № 0. Рассмотрены комплекс регламентов, которые должны быть включены в Правила № 0, и соответствующие требования по безопасности грузовых автомобилей и автобусов, которые должны быть оперативно разработаны. Для повышения безопасности дорожного движения автомобильного транспорта Российской Федерации необходимо разработать новые и внести дополнения в существующие, приведённые в статье, Правила ООН. Решение данной задачи должно стать важнейшим объектом деятельности представителей Российской Федерации в WP 29 и её группах докладчиков.

Ключевые слова: автотранспортное средство, активная безопасность, пассивная безопасность, конструктивная безопасность, Правила ООН № 0

Литература

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» (в ред. решений Совета Евразийской экономической комиссии от 30.01.2013 № 6, от 14.10.2015 № 78, от 11.07.2016 № 56).

2. *Гайсин С.В.* О проблемных вопросах объективной оценки конструктивной безопасности автотранспортных средств // Труды НАМИ. – 2016. – № 1 (264). – С. 5–26.

3. *Рябчинский А.И.* Пассивная безопасность автотранспортных средств. – М.: МАДИ, 2016. – С. 16–18; 21–23; 100–101; 155.

4. *Рябчинский А.И., Морозова Т.Э.* Международная регламентация пассивной безопасности транспортных средств: состояние и перспективы развития // Автомобильная промышленность. – 2015. – № 8. – С. 4–9.

Гайсин С.В. Об оптимизации нормативных требований по пассивной и активной безопасности к конструкции автотранспортных средств // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 6–14.

Gaysin S.V.
Chief Executive Officer (CEO), Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI"), Moscow, Russian Federation

Received 20 September 2016

OPTIMIZATION OF ACTIVE AND PASSIVE SAFETY STANDARD REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF MOTOR VEHICLES

Standard technical requirements and instructions for motor vehicles (MV) and the methods of MV testing serve as the basis for active, passive and functional safety regulations. The conformity to these regulations is the primary objective of certification. The definition of a list of required instructions that regulate the technical requirements for vehicles is an important step in creating a certification system. The problem of structural safety and its solution can be ensured, on the one hand, thanks to ongoing current development of the draft UN Regulation N 0, and, on the other hand, by means of development of international technical requirements for the major parameters, which affect the safety of vehicles and which have not been included into the UN Regulations so far. The development and timely approval of the draft UN Regulation N 0 for trucks and buses (categories M2, M3 and N) will not permit unsafe vehicles enter the Russian market, i.e. the Rules will ban the import and operation of unsafe AV which do not conform to standard obligatory requirements of draft UN Regulation N 0. A set of regulations, to be included in draft UN Regulation N 0, and the safety requirements for trucks and buses, to be rapidly worked out, has been considered. To improve the road safety of automobile transport the Russian Federation needs to develop and make amendments in both current and new UN Regulations listed in the article. The solution of the problem should be the most important object of the Russian Federation representation activity and its rapporteur group at the WP 29.

Key words: motor vehicle, active safety, passive safety, structural safety, draft UN Regulation N 0

References

1. [Technical regulations customs union TR TS 018/2011 "On the safety of wheeled vehicles" (as amended by Council of the Eurasian Economic Commission Decision of 30.01.2013 no. 6, of 14.10.2015 no. 78, of 11.07.2016 no. 56)]. (In Russian)

2. Gaysin S.V. [An objective assessment of the issues of concern structural safety of vehicles]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 1 (264), pp. 5–26. (In Russian)

3. Ryabchinskiy A.I. [Passive safety of vehicles]. Moscow, MADI Publ., 2016. pp. 16–18; 21–23; 100–101; 155. (In Russian)

4. Ryabchinskiy A.I., Morozova T.E. [International regulation passive safety of vehicles: state and development prospects]. *Avtomobil'naya promyshlennost'*, 2015, no. 8, pp. 4–9. (In Russian)

Gaysin S.V. [Optimization of active and passive safety standard requirements for the design of motor vehicles]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (265), pp. 6–14. (In Russian)

УДК 629.3.038

Бяков Константин Евгеньевич
ассистент кафедры[1]

E-mail: konst.byakov@yandex.ru

Наумов Валерий Николаевич, *д-р техн. наук, профессор*
заведующий кафедрой[1]

Машков Константин Юрьевич, *канд. техн. наук, доцент*[1]

Чижов Дмитрий Александрович, *канд. техн. наук, доцент*[1]

[1] Кафедра «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, Российская Федерация

Статья поступила 01.06.2016

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛАСТОМЕХАНИЧЕСКОГО РОТОРНО-ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

В статье рассматривается актуальная проблема повышения проходимости роторно-винтового движителя и оснащённого им транспортно-технологического средства (ТТС) на деформируемых опорных основаниях путём изменения конструктивных параметров движителя при помощи технологий эласто- и пневмо-механики. Данный тип движителя сочетает высокую проходимость на грунтовых основаниях с высокой адаптивностью, обусловленной возможностью формирования волн-лопастей с разными параметрами, в том числе и непосредственно в процессе движения. Конструкция предлагаемого движителя состоит из герметичной неподвижной полости, механизма генерации бегущей волны необходимой высоты и угла наклона и системы управления, оптимизирующей эти параметры в зависимости от грунтовых условий и режимов движения. Подобная конструкция позволяет снизить массу роторно-винтового движителя (РВД) и улучшить плавучесть ТТС. Герметичная неподвижная полость нагружена изнутри избыточным давлением (порядка 0,5–1 атм), обеспечивающим достаточную несущую способность ходового модуля. Разработана математическая модель движения ТТС с эластомеханическим РВД изменяемой геометрии, особенностью которого является возможность дискретного варьирования угла наклона винтовой линии. Модель для исследования была создана с применением программы MatLab Simulink. С использованием разработанной математической модели проведено исследование влияния геометрических параметров РВД на тягово-скоростные параметры движителя при разгоне ТТС с РВД при дискретном изменении угла наклона винтовой лопасти. При проведении исследования изменение угла наклона винтовой лопасти производилось в диапазоне от 5 до 60°. Приведён анализ основных результатов разработки методики расчёта и выбора рациональных параметров эластомеханического РВД ТТС. Исследования в данном направлении в настоящее время продолжаются.

Ключевые слова: роторно-винтовой движитель, эластомеханика, транспортно-технологическое средство, мобильный робототехнический комплекс, высокая проходимость, угол наклона винтовой линии

Литература

1. *Донато И.О., Жук В.А., Кузнецов Б.В., Куляшов А.П., Шапкин В.А., Щербаков Ю.В.* Роторно-винтовые машины. Основы теории движения. – Н. Новгород: НПК, 2000. – 451 с.

2. *Куляшов А.П.* Специальные строительно-дорожные машины с роторно-винтовым движителем: дисс… д-ра техн. наук. – Горький: Горьковский политехнический институт, 1986. – 327 с.

3. *Кошарный Н.Ф.* Технико-эксплуатационные свойства автомобилей высокой проходимости. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

4. *Кошарный А.Н.* Разработка математической модели движения специального транспортного средства: дисс… канд. техн. наук. – Киев, Киевский автомобильно-дорожный институт, 1988. – 256 с.

5. *Щербаков Ю.В.* Разработка методики расчёта и выбор рациональных параметров движения подводного транспортно-технологического средства с роторно-винтовым движителем: дисс… канд. техн. наук. – Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2000. – 167 с.

6. *Бяков К.Е., Сорокин Ф.Д., Машков К.Ю., Попков М.В.* Стенд для исследования контактного взаимодействия в системе грунт – эластичная оболочка – генератор волны эластовинтового движителя // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 8 (665). – С. 42–48.

7. *Бидерман В.Л.* Механика тонкостенных конструкций. Статика. – М.: Машиностроение, 1977. – 488 с.

8. *Сорокин Ф.Д., Машков К.Ю., Бяков К.Е., Чан Ки Ан.* Расчёт напряжённо-деформированного состояния резинокордной оболочки эласто-винтового движителя // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 1 (657). – С. 24–30.

9. *Чан Ки Ан.* Расчёты безмоментных сетчатых оболочек с нессиметрично уложенными нитями: дисс… канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 146 с.

10. *Сорокин Ф.Д., Попков М.В., Машков К.Ю., Бяков К.Е.* Расчёт больших перемещений резинокордной оболочки эласто-винтового движителя от действия локальной нагрузки бессеточным методом // Инженерный вестник. – 2014. – № 1. – С. 144–150.

11. *Попков М.В., Сорокин Ф.Д.* Применение бессеточного метода для расчёта взаимодействия опор внутрисосудистого микроробота со стенками кровеносного сосуда // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – № 12. – С. 13–21.

Бяков К.Е., Наумов В.Н., Машков К.Ю., Чижов Д.А. Разработка методики расчёта и выбор рациональных параметров эластомеханического роторно-винтового движителя транспортно-технологического средства // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 15–24.

Byakov K.E.
assistant of department[1]

E-mail: konst.byakov@yandex.ru

Naumov V.N., *D.Sc. (Eng), professor*
head of department[1]

Mashkov K.Yu., *PhD (Eng), associate professor*[1]

Chizhov D.A., *PhD (Eng), associate professor*[1]

[1] Department “Multi-purpose tracked machines and mobile robots”, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Received 01 June 2016

DEVELOPMENT AND CHOICE OF CALCULATION METHOD RATIONAL PARAMETERS FOR ELASTOMECHANICAL ROTARY SCREW PROPULSION UNIT OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES

The article deals with an actual problem of increasing rotary screw propulsion unit (RSPU) pass ability on the deformable support base of transport and technological vehicles (TTV) which are equipped with it. The problem might be solved by changing the propulsion parameters design with the help of elastomer and pneumatic mechanics technologies. This type of propulsion combines high pass ability on grade roads with high adaptability due to the possibility of forming wave-blades with different parameters even in the process of motion. The design of the proposed propulsion unit consists of a sealed stationary cavity, a traveling-wave generating mechanism of needed height and angle, and a control system that optimizes the settings depending on the ground conditions and driving modes. This design allows to reduce the weight of the RSPU and to improve the buoyancy of the TTV. The sealed stationary

cavity is pressure-loaded from the inside (at 0,5–1 atm), providing sufficient load-bearing capacity of the navigation module. A mathematical model of TTV motion with the elastomechanical RSPU of a variable geometry has been developed. Its specific feature was the possibility of a discrete variation of the helix angle. MatLab program Simulink was used to create the model for study. The developed mathematical model was applied to investigate the influence of the geometric parameters of RSPU on the towing speed propulsion parameters when accelerating TTV equipped with RSPU at a discrete change in the angle of the screw blades. The study of the helical blade tilt angle was carried out within the range of 5° to 60°. The analysis of the main results of the development of calculation methods as well as of the choice of elastomechanical TTV RSPU rational parameters was made. The research in this field is still ongoing.

Key words: rotary screw propulsion, elastomechanics, transport and technological vehicle, mobile robot, cross-country ability, helix angle

References

1. Donato I.O., Zhuk V.A., Kuznetsov B.V., Kulyashov A.P., Shapkin V.A., Shcherbakov Yu.V. [Rotary screw machine. Fundamentals of the theory of motion]. Nizhny Novgorod, NPK Publ., 2000. 451 p. (In Russian)

2. Kulyashov A.P. [Special construction and road machines with rotary-screw propulsion. Doct. eng. sci. diss.]. Gorky, 1986. 327 p. (In Russian)

3. Kosharnyy N.F. [Technical and operational properties of all-terrain vehicles]. Kiev, Vishcha shkola Publ., 1981. 208 p. (In Russian)

4. Kosharnyy A.N. [Development of a mathematical model of the motion of a special vehicle. Cand. eng. sci. diss.]. Kiev, 1988. 256 p. (In Russian)

5. Shcherbakov Yu.V. [Development of the method of calculation and choice of rational parameters of movement underwater transport and technological vehicles with rotary-screw propulsion. Cand. eng. sci. diss.]. Nizhny Novgorod, 2000. 167 p. (In Russian)

6. Byakov K.E., Sorokin F.D., Mashkov K.Yu., Popkov M.V. [Stand for researching contact interaction in the system ground – elastic cover – wave generator system of the elastic-screw drive]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie,* 2015, no. 8 (665), pp. 42–48. (In Russian)

7. Biderman V.L. [Mechanics of thin-walled structures. Statics]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1977. 488 p. (In Russian)

8. Sorokin F.D., Mashkov K.Yu., Byakov K.E., Chan Ki An, [Calculating the stress-strain state of the rubber-cord shell of an elastic-screw propeller]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie,* 2015, no. 1 (657), pp. 24–30. (In Russian)

9. Chan Ki An. [Calculations of moment-free lattice shells with unbalanced stacked rows. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2014. 146 p. (In Russian)

10. Sorokin F.D., Popkov M.V., Mashkov K.Yu., Byakov K.E. [Large displacements calculation rubber-cord shell elastic-screw propulsion of action by local load gridless]. *Inzhenernyy vestnik*, 2014, no. 1, pp. 144–150. (In Russian)

11. Popkov M.V., Sorokin F.D. [Application of a meshless method for calculating the interaction of an intravascular microrobot with blood vessel walls]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie,* 2014, no. 12, pp. 13–21. (In Russian)

Byakov K.E., Naumov V.N., Mashkov K.Yu., Chizhov D.A. [Development and choice of calculation method rational parameters for elastomechanical rotary screw propulsion unit of transport and technological vehicles]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 15–24. (In Russian)

УДК 629.33

Михайлов Владимир Георгиевич, *канд. техн. наук*[1]
E-mail: vmikhailov@midivisana.by

Мишута Дмитрий Викторович, *канд. техн. наук*[1]
[1] ООО «Мидивисана», г. Минск, Беларусь

Статья поступила 21.06.2016

РАСЧЁТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ НА ВИБРОНАГРУЖЕННОСТЬ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрены конструкции подрессоренных сидений, их преимущества и недостатки, тенденции их развития. Отмечено, что различие механических и пневматических систем подрессоривания сидений заключается только в использованном упругом элементе (торсион, пружина или пневмоэлемент), поскольку для сидений с пневмоподвеской в основном применяются те же ножнично-рычажная и четырёхрычажная схемы подвесок. С точки зрения виброзащитных свойств эти кинематические схемы подвесок одинаковы и выбор конкретной конструкции больше определяется компоновочными соображениями по кабине. Указано, что существующие модели сидений и использование методов линеаризации при расчётах не позволяют объяснить их низкие виброзащитные свойства. Разработана модель подрессоренного сиденья со сложной моделью трения в подвеске с учётом подушки, биодинамической модели человека и трения водителя о спинку сиденья. Проведено исследование в пакете Matlab/Simulink влияния подвески сиденья: жёсткости упругого элемента, сопротивления амортизатора, трения, подушки на уровень вертикальных вибраций сиденья водителя грузового автомобиля в третьоктавных полосах частот. Выбор расчёта в указанном направлении обусловливался тем, что подрессоренные сиденья не защищают (либо слабо защищают) от продольных вибраций, которые преобладают в области октавных полос 4, 8, 16 Гц, и их уровни малы. Получены зависимости изменения вертикальных вибраций от параметров подвески сиденья. Результаты расчёта хорошо подтверждаются ранее проведёнными экспериментальными исследованиями и тенденциями развития конструкции сидений. Даны рекомендации по выбору конструкции сиденья, параметров подвески и амортизатора. Отмечена важность снижения трения в подвеске до 20–25 Н и рассмотрены конструктивные пути её реализации.

Ключевые слова: автомобиль, гидравлический амортизатор, трение, сиденье, вибрация, виброзащитные свойства, моделирование колебаний на рабочем месте водителя

Литература

1. Bostrom Viking – 4000 Seat // Automobile Engineer. – 1968. – Vol. 3. – P. 114–115.

2. *Харин В.В.* Улучшение виброзащитных качеств сидений автомобилей общего назначения и высокой проходимости: дисс... канд. техн. наук. – Курган: КПИ, 1984. – 231 с.

3. *Михайлов В.Г.* Исследование системы подрессоривания сиденья водителя грузового автомобиля: дисс... канд. техн. наук. – Минск: БПИ, 1982. – 231 с.

4. *Микулик Т.Н., Рейзина Г.Н.* Исследование влияния параметров сиденья на вибронагруженность оператора (водителя) // Грузовик. – 2014. – № 4. – С. 30–32.

5. *Abbas W., Emam A., Badran S., Shebl M., Abouelatta O.* Optimal Seat and Suspension Design for a Half-Car with Driver Model Using Genetic Algorithm // Intelligent Control and Automation. – 2013. – Vol. 4. – P. 199–205.

6. *Шишкин В.И.* Динамические и эргономические исследования и оптимизация характеристик взаимодействия водителя и автомобиля: дисс... канд. техн. наук. – Минск: БПИ, 1977. – 234 с.

7. *Мишута Д.В.* и др. Анализ вибронагруженности штабной машины // Сборник научных статей Военной Академии Республики Беларусь. – 2016. – № 1 (50). – С. 159–164.

8. *Хачатуров А.А.* Динамика системы «дорога – шина – автомобиль – водитель». – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.

9. *Кольцов В.И., Кольцов В.И., Пирковский Ю.В., Ковицкий В.И.* Модель листовой рессоры // Автомобильная промышленность. – 1970. – № 10. – С. 14–16.

10. *Михайлов В.Г.* Анализ моделей трения в подвесках транспортных средств // Трение и износ. – 2014. – Т. 35. – № 2. – С. 199–206.

11. *Гришкевич А.И.* Исследование динамики движения армейских автомобилей по дорогам с неровной поверхностью: дисс… д-ра техн. наук. – Минск, БПИ, 1973. – 312 с.

12. *Михайлов В.Г.* Исследование, аппроксимация характеристик подушек сидений и их влияние на вибронагруженность водителя ТС // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – № 1. – С. 51–59.

Михайлов В.Г., Мишута Д.В. Расчётное исследование влияния параметров подвески сиденья на вибронагруженность рабочего места водителя грузового автомобиля // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 25–34.

Mikhailov V.G., *PhD (Eng)*[1]
E-mail: vmikhailov@midivisana.by
Mishuta D.V., *PhD (Eng)*[1]
[1] OSC "Midivisana", Minsk, Republic Belarus

Received 21 June 2016

ESTIMATED STUDY THE EFFECT OF SEAT SUSPENSION PARAMETERS ON THE LOAD VIBRATION OF A TRUCK DRIVER WORKING SEAT

Designs of the suspended seat, their advantages and disadvantages, and their development trends have been considered in the article. It is noted that the difference between the mechanical and pneumatic suspension seat systems is conditioned only by the use of the elastic element (torsion, spring or pneumatic element) as generally the seats with air suspension use the same scissor-link suspension and a four-lever scheme. The properties of these kinematic suspension schemes are identical from the point of vibration isolation and the choice of a specific design is determined by considerations of the cockpit layout. It is pointed out that the existing models of the seats and the use of linearization techniques at the their estimation does not permit to explain their low vibration properties. A model of the sprung seat with a complex model of friction in the suspension system has been developed, which took into account the pillow, biodynamic model of man and the friction of the driver on the back seat. The Matlab/Simulink research was carried on which studied the influence of the seat suspension package on: the rigidity of the elastic element, the shock absorber resistance, the friction of pads at the level of vertical vibration of the truck driver in the third-octave bands. Selection of calculation in this direction was caused by the fact that the sprung seats are not protected (or poorly protected) from longitudinal vibrations that prevail in octave bands 4, 8, 16 Hz, and their levels are low. The dependences of the changes of the vertical vibration on the seat suspension parameters were obtained. The results of the estimation are clearly confirmed by the earlier experimental studies and the trends of seat development. The recommendations on the choice of the seat structure, suspension and shock absorber parameters have been given. The importance of reducing friction in the suspension system to 20-25 N and constructive ways of its realization have been considered.

Key words: vehicle, the hydraulic shock absorber, friction, seat, vibration, vibration properties, modeling of vibrations in the workplace of the driver

References

1. Bostrom Viking – 4000 Seat. *Automobile Engineer*, 1968, vol. 3, pp. 114–115.

2. Kharin V.V. [Improving vibroizolation qualities of seats of general purpose vehicle and cross-country vehicle Cand. eng. sci. diss.]. Kurgan, 1984. 231 p. (In Russian)

3. Mikhailov V.G. [Seat suspension system study of the truck driver. Cand. eng. sci. diss.]. Minsk, 1982. 231 p. (In Russian)

4. Mikulik T.N., Reyzina G.N. [Research of parameters for vibration loading operator seat (driver)]. *Gruzovik*, 2014, no. 4, pp. 30–32. (In Russian)

5. Abbas W., Emam A., Badran S., Shebl M., Abouelatta O. Optimal Seat and Suspension Design for a Half-Car with Driver Model Using Genetic Algorithm. *Intelligent Control and Automation*, 2013, vol. 4, pp. 199–205.

6. Shishkin V.I. [Dynamic and ergonomic studies and optimization of characteristics of the interaction of the driver and vehicle. Cand. eng. sci. diss.]. Minsk, 1977. 234 p. (In Russian)

7. Mishuta D.V. et al. [Analysis vibration loading of command vehicle]. *Sbornik nauchnykh statey Voennoy Akademii Respubliki Belarus'*, 2016, no. 1 (50), pp. 159–64. (In Russian)

8. Khachaturov A.A. [The dynamics of the system "road – tire – vehicle – driver"]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1976, 535 p. (In Russian)

9. Kol'tsov V.I., Kol'tsov V.I., Pirkovskiy Yu.V., Kovitskiy V.I. [Model of leaf spring]. *Avtomobil'naya promyshlennost'*, 1970, no. 10, pp. 14–16. (In Russian)

10. Mikhailov V.G. [The analysis of models of friction in suspensions of vehicles]. *Trenie i iznos*, 2014, vol. 35, no. 2, pp. 199–206. (In Russian)

11. Grishkevich A.I. [Investigation of the dynamics of movement of army vehicles on roads with uneven surface. Doct. eng. sci. diss.]. Minsk, 1973. 312 p. (In Russian)

12. Mikhailov V.G. [Research, approximation of characteristics of pillows of seats and influence on vibration of driver of truck]. *Sistemnyy analiz i prikladnaya informatika*, 2016, no. 1, pp. 51–59. (In Russian)

Mikhailov V.G., Mishuta D.V. [Estimated study the effect of seat suspension parameters on the load vibration of a truck driver working seat]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 25–34. (In Russian)

УДК 629.331

Бузунов Николай Викторович
аспирант кафедры СМ-10 «Колёсные машины»[1]

E-mail: kolian.buzunov@mail.ru

Котиев Георгий Олегович, *д-р техн. наук, профессор*
заведующий кафедрой СМ-10 «Колёсные машины»[1]

E-mail: kotievgo@yandex.ru

Падалкин Борис Васильевич, *канд. техн. наук, доцент*
первый проректор – проректор по учебной работе[1]

E-mail: padalkin@bmstu.ru

[1] ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, Российская Федерация

Статья поступила 23.09.2016

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ «ОБРАТНОЙ СВЯЗИ» ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЁСНЫХ МАШИН

В работе рассматриваются особенности реализации «обратной связи» для различных систем рулевого управления колёсных машин (КМ). Отмечается, что помимо зрительного канала обратной связи водителю требуются дополнительная информация для осуществления корректного и своевременного управляющего воздействия. В качестве указанного информационного канала используется сила сопротивления повороту рулевого колеса, поскольку при реализации обратной связи по силовому каналу управление оказывается точнее по сравнению с регулированием по перемещению. Средства формирования момента сопротивления зависят от используемого на КМ типа рулевого управления. Возрастание требований к безопасности при управлении КМ способствует реализации адаптивной функции в системах рулевого управления в зависимости от текущих параметров движения КМ. Системы с жёсткой связью рулевого и управляемых колёс без дополнительных источников энергии ограничены в возможности обеспечения силового информационного канала и адаптивных функций. Электронные системы рулевого управления, помимо адаптивной и информативной функций, обеспечивают также активную помощь водителю, снижая утомляемость и психофизические нагрузки. В сложившихся тенденциях повышения управляемости и манёвренности, особенно для многоосных КМ, наиболее перспективными системами рулевого управления являются системы, в которых отсутствует «жёсткая» связь между рулевым колесом и управляемыми колёсами. Для формирования момента сопротивления на рулевом колесе в данном случае применяются специальные устройства – нагружатели рулевого управления. Проектирование подобных систем со специфическим функционалом на этапе разработки опытного образца КМ может осуществляться с применением имитационных математических моделей «реального времени» динамики КМ.

Ключевые слова: системы рулевого управления, обратная связь на рулевом колесе, рулевое управление в отсутствии жёсткой механической связи, «чувство дороги», информативность рулевого управления, модель «реального времени»

Литература

1. *Раймпель Й.* Шасси автомобиля: рулевое управление / Пер. с нем. В.Н. Пальянова. – М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.

2. *Чайковский И.П., Саломатин П.А.* Рулевые управления автомобилей. – М.: Машиностроение, 1987. – 176 с.

3. *Афанасьев Б.А., Бочаров Н.Ф., Жеглов Л.В., Зузов В.Н., Полунгян А.А., Фоминых А.Б., Цыбин В.С.* Проектирование полноприводных колёсных машин: учеб. для вузов; в 2-х т. / Под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – Т. 2. – 640 с.

4. *Трубин В.Г., Печкин А.А.* Электромеханический безредукторный усилитель руля: принципы работы и применяемые электронные компоненты // Вестник электроники. – 2011. – № 1 (29). – С. 4–8.

5. Автодоктор. URL: http://em-grand.ru (дата обращения: 23.09.2016).

6. *Ксеневич И.П., Шарипов В.М., Арустамов Л.Х., Безруков Б.Б., Давыдков Б.Н., Макаров А.Р., Михайлов В.А., Набоких В.А., Наумов Е.С., Парфенов А.П., Феофанов Ю.А., Чижков Ю.П., Шарипова Н.Н., Эглит И.М.* Тракторы. Конструкция: учеб. для студентов вузов / Под общ. ред. И.П. Ксеневича, В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2001. – 821 с.: ил.

7. Онлайн-справочник по ремонту и эксплуатации сельскохозяйственной техники. URL: http://hardy.su (дата обращения: 23.09.2016).

8. *Бузунов Н.В., Котиев Г.О., Мирошниченко А.В.* Совершенство методов разработки бортовых информационно-управляющих систем колёсных и гусеничных машин // Журнал Автомобильных Инженеров. – 2015. – № 4. – С. 11–15.

9. *Горелов В.А.* Прогнозирование характеристик криволинейного движения полноприводного автомобиля с формулой рулевого управления 1-0-3 при различных законах управления колёсами задней оси: дисс... канд. техн. наук. – М., МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2008. – 193 с.

Бузунов Н.В., Котиев Г.О., Падалкин Б.В. Особенности реализации «обратной связи» для различных систем рулевого управления колёсных машин // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 35–44.

Buzunov N.V.
postgraduate of the department SM-10 "Wheel Vehicles"[1]

E-mail: kolian.buzunov@mail.ru

Kotiev G.O., *D.Sc. (Eng), professor*
head of department SM-10 "Wheel Vehicles"[1]

E-mail: kotievgo@yandex.ru

Padalkin B.V., *PhD (Eng), associate professor*
First Vice-Rector – Vice Rector for Academic Affairs[1]

E-mail: padalkin@bmstu.ru

[1] Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Received 23 September 2016

THE PECULIARITIES OF "FEEDBACK" IMPLEMENTATION IN DIFFERENT STEERING SYSTEMS OF WHEELED VEHICLES

The paper considers the peculiar features of "feedback" implementation in different steering systems of wheeled vehicles (WV). It is noted that in addition to the visual feedback channel the driver needs additional information to exercise a correct and timely steering. The resistive force of the turn of the steering wheel is used as a specified information channel, since in case of implementation of "feedback" in the power channel makes the steering more accurate when compared to the steering in motion. Resistive torque is dependent on the type of the used WV steering. The increase of safety requirements for the WV steering contributes to the realization of the steering system adaptive function which depends on the current parameters of the WV motion. The systems with the rigid connection of steered and driven wheels are limited in ensuring the power channel of information and adaptive functions of steering if the systems are not provided with additional energy sources. The electronic steering systems, besides their adaptive and informative functions, provide also an active assistance to the driver, thereby reducing his fatigue and psychophysical stress. Nowadays due to the current trends to improve handling and maneuverability, especially for multi-axis WV, the most promising steering systems are those in which the rigid connection between the steered wheels and the driven wheels does not exist. In this case, to create the resistive torque on the steering wheel the special devices are applied – loads of steering. The

designing of such systems possessing a specific functionality at the stage of WV prototype development can be carried out with the help of the mathematical simulation models of WV "real time" dynamics.

Key words: steering systems, feedback of the steering wheel, steering without the rigid mechanical connection, road-sense, steering descriptiveness, a "real time" model

References

1. Raympel' Y. [Automobile chassis: steering. Trans. from German Pal'yanov V.N.]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987. 232 p. (In Russian)

2. Chaykovskiy I.P., Salomatin P.A. [Automobiles steering control]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987. 176 p. (In Russian)

3. Afanas'ev B.A., Bocharov N.F., Zheglov L.V., Zuzov V.N., Polungyan A.A., Fominykh A.B., Tsybin V.S. [Design of four-wheel drive wheeled vehicles. Ed. Polungyan A.A.]. Moscow, BMSTU Publ., 2000. Vol. 2, 640 p. (In Russian)

4. Trubin V.G., Pechkin A.A. [Electromechanical power steering gearless: principles and used electronic components]. *Vestnik elektroniki*, 2011, no. 1 (29), pp. 4–8. (In Russian)

5. [Avtodoktor]. Available at: http://em-grand.ru (accessed 23 September 2016). (In Russian)

6. Ksenevich I.P., Sharipov V.M., Arustamov L.Kh., Bezrukov B.B., Davydkov B.N., Makarov A.R., Mikhaylov V.A., Nabokikh V.A., Naumov E.S., Parfenov A.P., Feofanov Yu.A., Chizhkov Yu.P., Sharipova N.N., Eglit I.M. [Tractors. Design. Ed. Ksenevich I.P., Sharipov V.M.]. Moscow, MGTU "MAMI" Publ., 2001. 821 p. (In Russian)

7. [Online guide to repair and maintenance of agricultural machinery]. Available at: http://hardy.su (accessed 23 September 2016). (In Russian)

8. Buzunov N.V., Kotiev G.O., Miroshnichenko A.V. [Design method development of car and track-type vehicles information and control board systems]. *Zhurnal Avtomobil'nykh Inzhenerov*, 2015, no. 4, pp. 11–15. (In Russian)

9. Gorelov V.A. [Performance prediction of curvilinear motion-wheel drive vehicle with the steering 1-0-3 formula with different control laws of the rear axle wheels. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2008. 193 p. (In Russian)

Buzunov N.V., Kotiev G.O., Padalkin B.V. [The peculiarities of "feedback" implementation in different steering systems of wheeled vehicles]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 35–44. (In Russian)

УДК 629.365

Дубин Дмитрий Андреевич, *аспирант*[1]
ассистент кафедры «Инженерная графика»[2]
E-mail: dubin.connect@mail.ru

Наказной Олег Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор*[1]

Смирнов Игорь Артурович, *канд. техн. наук*
начальник кафедры[3]

Шлеев Алексей Николаевич, *канд. техн. наук*
преподаватель кафедры[3]

[1] Кафедра «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы»[2]

[2] ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, Российская Федерация

[3] Кафедра «Эксплуатация и ремонт вооружения и военной техники», Военный институт (общевойсковой) Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооружённых Сил Российской Федерации», г. Москва, Российская Федерация

Статья поступила 15.08.2016

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ БЫСТРОХОДНОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

Нагрузки, действующие на ходовую часть быстроходных гусеничных машин (БГМ), являются случайными величинами и определяются характеристиками профиля пути и режимами движения. На сегодняшний день не существует исчерпывающего объёма данных о нагруженности ходовых частей серийных образцов БГМ в различных дорожных условиях. Подобные исследования, как правило, не рассматриваются в рамках проведения ходовых испытаний. В статье представлены результаты экспериментальной оценки кинематических и силовых параметров нагружения элементов системы подрессоривания быстроходной гусеничной машины при движении по лесным грунтовым дорогам. В проведённом исследовании экспериментальным путём получены кинематические и силовые параметры нагружения элементов системы подрессоривания быстроходной гусеничной машины в функции от времени. Сформирован расчётный спектр циклического нагружения, соответствующий движению машины по лесной грунтовой дороге на максимально реализуемых по управляемости скоростных режимах. На основании анализа полученных данных установлено, что уровень эксплуатационного нагружения элементов системы подрессоривания не превысил 53,5% от максимального эксплуатационного значения, определяемого в соответствии с упругой характеристикой подвески. Определён закон распределения нагрузок, действующих на подвески в процессе движения по неровностям местности. Принято допущение о нормальности распределения внутренних силовых факторов, а, следовательно, и механических напряжений в деталях системы подрессоривания. Наибольшее число циклов нагружения в условиях рассматриваемых трасс испытывают средние подвески, не оснащённые демпфирующими элементами. Полученные результаты могут быть использованы для оценки работоспособности и ресурса элементов системы подрессоривания, а также при верификации математических моделей движения быстроходных гусеничных машин.

Ключевые слова: гусеничные машины, система подрессоривания, ходовая часть, экспериментальное исследование

Литература

1. *Котиев Г.О.* Прогнозирование эксплуатационных свойств систем подрессоривания военных гусеничных машин: дисс… д-ра техн. наук. – М.: МГТУ, 2000. – 265 с.

2. *Зорин Д.В.* Метод определения долговечности элементов ходовой части гусеничных машин: дисс… канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2009. – 153 с.

3. *Рождественский С.В., Усов О.А., Щетинин В.И.* Испытания военных гусеничных машин. – СПб.: БГТУ, 2010. – 50 с.

4. *Котиев Г.О., Сарач Е.Б.* Комплексное подрессоривание высокоподвижных двухзвенных гусеничных машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 184 с.

5. *Дядченко М.Г., Котиев Г.О., Наумов В.Н.* Основы расчёта систем подрессоривания гусеничных машин на ЭВМ. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 30 с.

6. *Дядченко М.Г., Котиев Г.О., Сарач Е.Б.* Конструкция и расчёт подвесок быстроходных гусеничных машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 38 с.

7. *Когаев В.П.* Расчёты на прочность при напряжениях переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.

8. ГОСТ 25.504-82. Расчёты и испытания на прочность. Методы расчёта характеристик сопротивления усталости. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 85 с.

9. ГОСТ 25.101-83. Расчёты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статического представления результатов. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 15 с.

10. *Савочкин А.В., Дмитриев А.А.* Статистическая динамика транспортных и тяговых гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1993. – 320 с.

Дубин Д.А., Наказной О.А., Смирнов И.А., Шлеев А.Н. Экспериментальное определение кинематических и силовых параметров нагружения элементов системы подрессоривания быстроходной гусеничной машины // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 45–54.

Dubin D.A., *postgraduate*[1]
assistant of the Department “Engineering Graphics”[2]

E-mail: dubin.connect@mail.ru

Nakaznoi O.A., *D.Sc. (Eng), professor*[1]

Smirnov I.A., *PhD (Eng)*
head of the Department[3]

Shleev A.N., *PhD (Eng)*
lecturer of the Department[3]

[1] Department “Multi-purpose tracked machines and mobile robots”[2]

[2] Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

[3] Department “Maintenance and repair of weapons and military technology”, Military Institute (combined arms) of the Military Training and Research Center of the Land Forces «Combined Military Academy of the Armed Forces of the Russian Federation», Moscow, Russian Federation

Received 15 August 2016

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF KINEMATIC AND POWER PARAMETERS OF LOADING THE SUSPENSION SYSTEM ELEMENTS OF A HIGH-MOBILITY TRACKED MACHINE

The loads acting on the chassis of high-mobility tracked machines (HMTM) are random variables and are defined by the characteristics of the path profile and driving modes. Nowadays there is no comprehensive data on the volume of undercarriage loading of serial HMTM samples in a variety of road conditions. Such studies are not usually considered as part of the ride test. The article presents the results of experimental evaluation of kinematic and power parameters of loading on the suspension system ele-

ments of a HMTM in the course of driving on forest dirt roads. The investigation results of the kinematic and power parameters of loading on the elements of a HMTM suspension system considering the duration of functioning have been experimentally obtained and estimated. A calculation range of cyclic loading corresponding to the movement of the machine on a forest dirt road at the maximum of implemented high-speed modes was formulated. Basing on the analysis of the data it was revealed that the loading level of the suspension system operational elements did not exceed 53,5% of the maximum operating value determined in accordance with the elastic characteristics of the suspension. The law of loading distribution which affects the suspension elements in the course of driving on rough terrain was determined. The assumption of normal distribution of internal force factors was made and, consequently, the mechanical stresses of the suspension elements were to take place. The largest number of loading cycles in the conditions of ride tests was observed in medium suspensions which were not equipped with damping elements. The obtained results can be used to evaluate the elements performance and the resources of the suspension system, as well as for verification of the mathematical models of HMTM motion.

Key words: tracked machines, suspension system, chassis, experimental research

References

1. Kotiev G.O. [Prediction of the performance properties of suspension systems, military tracked machines. Doct. eng. sci. diss.]. Moscow, 2000. 265 p. (In Russian)

2. Zorin D.V. [Method for determining the durability of chassis components tracked machines. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2009. 153 p. (In Russian)

3. Rozhdestvenskiy S.V., Usov O.A., Shchetinin V.I. [Trials military tracked machines]. St. Petersburg, BGTU Publ., 2010. 50 p. (In Russian)

4. Kotiev G.O., Sarach E.B. [Integrated cushioning highly mobile articulated tracked machine]. Moscow, MGTU im. N.E. Baumana Publ., 2010. 184 p. (In Russian)

5. Dyadchenko M.G., Kotiev G.O., Naumov V.N. [Systems of calculation basics suspension tracked machines on a computer]. Moscow, MGTU im. N.E. Baumana Publ., 1999. 30 p. (In Russian)

6. Dyadchenko M.G., Kotiev G.O., Sarach E.B. [Design and calculation of the suspension of high-speed tracked machines]. Moscow, MGTU im. N.E. Baumana Publ., 2007. 38 p. (In Russian)

7. Kogaev V.P. [Calculations on strength at stresses variable in time]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1977. 232 p. (In Russian)

8. [GOST 25.504-82. Calculations and tests of strength. Methods for calculating fatigue resistance characteristics]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1982. 85 p. (In Russian)

9. [GOST 25.101-83. Calculations and tests of strength. Methods schematic random elements loading processes of machines and structures and static presentation of results]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1983. 15 p. (In Russian)

10. Savochkin A.V., Dmitriev A.A. [Statistical dynamics of transport and towing tracked machines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1993. 320 p. (In Russian)

Dubin D.A., Nakaznoi O.A., Smirnov I.A., Shleev A.N. [Experimental determination of kinematic and power parameters of loading the suspension system elements of a high-mobility tracked machine]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 45–54. (In Russian)

УДК 623.438.29

Тараторкин Александр Игоревич, *канд. техн. наук*
ведущий инженер[1], научный сотрудник отдела механики транспортных машин, ИМАШ УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Харитонов Сергей Александрович, *канд. техн. наук, доцент*
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, Российская Федерация
E-mail: sintespkp@yandex.ru

Дроздов Павел Александрович
руководитель направления «Трансмиссия», ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Российская Федерация

Нагайцев Максим Максимович
генеральный директор[1]

[1] ООО «КАТЕ», г. Москва, Российская Федерация

Статья поступила 02.06.2016

ВИДЫ РАЗРУШЕНИЯ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПЛАНЕТАРНЫХ КОРОБКАХ ПЕРЕДАЧ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ

В статье дан краткий обзор основных видов разрушения фрикционных дисков, используемых в качестве элементов управления в планетарных коробках передач. Проведён краткий обзор работ как российских авторов, так и зарубежных, по расчёту теплонапряжённости фрикционных дисков и по изучению потерь, возникающих в выключенных элементах управления. Анализ изученных работ показал, что упомянутые в статье методики расчёта не всегда позволяют с высокой степенью достоверности оценить долговечность элементов фрикционных устройств. Решение задачи защиты фрикционных устройств от перегрузок обусловлено возникновением максимальных динамических перегрузок в кинематической цепи трансмиссий при выключенном состоянии элементов управления, что подтверждено многолетней практикой эксплуатации таких устройств. Также разрушение дисков возможно вследствие резонансных режимов, генерируемых гидродинамическими процессами в межлопаточном пространстве и пульсацией рабочей жидкости в системе подпитки. Однако из-за нелинейной упругой характеристики взаимодействия диска с барабаном при раскрытии зазора возбуждаются параметрические колебания и резонансы, которые более опасны и не устраняются обычными методами. В результате анализа условий работы дисков трения, а также используя разработанные теоретические положения по определению кинематических параметров системы, авторами предложены конструктивные и технологические мероприятия по увеличению долговечности дисков. В качестве конструктивных мероприятий предлагается введение дополнительных зазоров и упругих участков в систему с целью увеличения диссипации в системе и соответствующего снижения скорости и числа соударений дисков трения. В качестве технологических мероприятий можно рассмотреть различную термообработку, продольную и поперечную накатку зубчатого венца, сульфоционирование и азотирование.

Ключевые слова: фрикционные диски, планетарная коробка передач, гидромеханическая трансмиссия, резонансный режим, долговечность

Литература

1. *Тарасик В.П.* Фрикционные муфты автомобильных гидромеханических передач / Под ред. М.П. Бренча. – Минск: Наука и техника, 1973. – 320 с.

2. *Albers A., Arslan A., Herbst D*. Ceramics for Use in Brakes and Clutches // ATZ worldwide. – 2001. – № 5. – P. 24–26.

3. *Жучков М.Г., Корольков Р.Н., Петров О.С.* Расчёт долговечности трансмиссий военных гусеничных машин; под ред. П.П. Исакова. – М.: ЦНИИ информации, 1987. – 372 с.

4. *Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W*. Automotive transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application; second edition. – Springer, 2011. – 717 p.

5. *Payvar P.* Laminar heat transfer in the oil groove of a wet clutch // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1991. – Vol. 34. – № 7. – P. 1791–1798.

6. *Yang Y., Lam R.C., Chen Y.F., Yabe H.* Modeling of heat transfer and fluid hydrodynamics for a multidisc wet clutch // SAE Technical Paper. – 1995. – № 950898, 1995-02-01. – 17 p.

7. *Berger E.J., Sadeghi F., Krousgrill C.M.* Finite element modeling of engagement of rough and grooved wet clutches // ASME J. Tribol. – 1996. – № 118. – P. 137–146.

8. *Berger E.J., Sadeghi F., Krousgrill C.M.* Analytical and numerical modeling of engagement of rough, permeable, grooved wet clutches // ASME J. Tribol. – 1997. – № 119. – P. 143–148.

9. *Jang J.Y., Khonsari M.M.* Thermal characteristics of a wet clutch // ASME J. Tribol. – 1999. – № 121. – P. 610–617.

10. *Razzaque M.M., Kato T.* Effect of a groove on the behavior of a squeeze film between a grooved and a plain rotating annular disk // ASME J. Tribol. – 1999. – № 121. – P. 808–815.

11. *Jang J.Y., Khonsari M.M.* Wet clutch frictional material: the surfaced groove effect. Encyclopedia of Tribology. – Springer, 2013. – 4139 p.

12. *Heyan Li, Qi Jing, Biao Ma.* Modeling and parametric study on drag torque of wet clutch / Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress, Lecture Notes in Electrical Engineering (SAE-China and FISITA). – Springer, 2012. – Vol. 5. – P. 21–35.

13. Design Practices. Passenger car automatic transmissions. Fourth edition. – SAE International, 2012. – 768 p.

14. *Razzaque M.M., Kato T.* Effect of a groove orientation on hydrodynamic behavior of wet clutch coolant films // ASME J. Tribol. – № 121. – P. 56–60.

15. *Рынкевич С.А.* Эффект дрейфа // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2013. – № 38. – С. 38–45.

16. *Держанский В.Б., Тараторкин И.А.* Механика и прогнозирование резонансных режимов металлокерамических дисков перспективных гидромеханических трансмиссий транспортных машин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2007. – № 11. – С. 15–23.

17. *Держанский В.Б., Тараторкин И.А.* Прогнозирование динамической нагруженности трансмиссий транспортных машин: Учебное пособие. – Курган: Редакционно-издательский центр КГУ, 2008. – 153 с.

18. *Тараторкин И.А.* Разработка расчётных и экспериментальных методов снижения динамической нагруженности и повышения долговечности гидромеханических трансмиссий транспортных машин: дисс… д-ра техн. наук. – Курган: КГУ, 2009. – 302 с.

19. Отчёт по теме «Обобщение результатов исследований по оценке нагруженности и выбору параметров гидроуправляемых фрикционных узлов / рук. темы Городецкий К.И.; исп. Львовский К.Я.; ГР № ДФ-3204-4/93. – М.: НАТИ, 1993. – 114 с.

20. Отчёт ПФ НАТИ № 3340-77 г., тема 3-76 (135/150-76). – 120 с.

21. К*рюков А.П., Жучков М.Г., Зайцев В.А., Левит Г.Б.* Повышение долговечности стальной основы металлокерамических дисков трения танковых трансмиссий // Вестник бронетанковой техники. – 1966. – № 6. – С. 24–41.

22. *Зайцев В.А., Жучков М.Г.* К вопросу защиты дисков трения от крутильных колебаний в танковых трансмиссиях // Вестник бронетанковой техники. – 1967. – № 6. – С. 1–7.

23. *Жучков М.Г., Сарычев Б.М.* Повышение усталостной прочности и долговечности дисков трения фрикционных узлов // Вестник бронетанковой техники. – 1969. – № 2. – С. 38–40.

24. *Зайцев В.А.* Исследование динамической нагруженности от крутильных колебаний дисков трения фрикционных элементов трансмиссий гусеничных и колёсных машин: дисс… канд. техн. наук. – Ленинград, 1964. – 260 с.

25. *Хомичев А.С.* Совершенствование методики проектного расчёта фрикционных элементов гидромеханических трансмиссий транспортных машин: дисс… канд. техн. наук. – Курган: КГУ, 2010. – 148 с.

Тараторкин А.И., Харитонов С.А., Дроздов П.А., Нагайцев М.М. Виды разрушения фрикционных дисков, используемых в планетарных коробках передач в качестве элементов управления // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 55–62.

Taratorkin A.I., *PhD (Eng)*
senior engineer[1], researcher, department "Mechanics of transport vehicles", Institute of Engineering Science, RAS (Ural Branch), Ekaterinburg, Russian Federation

Kharitonov S.A., *PhD (Eng), associate professor*
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

E-mail: sintespkp@yandex.ru

Drozdov P.A.
head of department "Powertrain", Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI"), Moscow, Russian Federation

Nagaytsev M.M.
Chief Executive Officer[1]

[1] LLC "KATE", Moscow, Russian Federation

Received 02 June 2016

TYPES OF DESTRUCTION OF FRICTION DISCS USED AS CONTROL ELEMENTS IN A PLANETARY GEARBOX

The article gives a brief overview of the main types of destruction of friction discs which are used as controlling elements of a planetary gearbox. A brief overview of the works both of Russian and foreign authors, is dedicated to the calculation of thermally loaded friction discs and the losses arising as a result of turning off control elements. The study and the analysis of the published works have shown that the method of calculation mentioned in the article does not always allow to evaluate the longevity of the device friction elements with a high degree of reliability. The decision to protect the device against friction in case of overloading is conditioned by the emergence of maximum dynamic overloads in the kinematic chain of transmission in the position of off-controls and the fact has been confirmed by many years of device operations. Also, the destruction of the disks may be caused by the resonant modes of operation which are generated by the hydrodynamic processes in the inter-blade spaces and the pulsation of the working fluid in the feeding system. However, the characteristic interaction of a nonlinear elastic disk with the drum during the opening gap excites parametric vibrations and resonances which are dangerous and which are not removed by conventional methods. As a result of the working conditions analysis of the friction discs and the application of theoretical ideas to determine the kinematic parameters of the system the authors of the article have proposed the structural and technological measures to increase the longevity of the discs. As to the structural measures, the introduction of additional clearance and elastic areas into the system was proposed in order to increase the dissipation in the system and following it reduction of speed and number collisions of friction discs. As to the technological measures, different ways of heat treatment, longitudinal and lateral knurling of the ring gear, sulfonating and nitriding can be considered.

Key words: friction discs, planetary gearbox, hydromechanical transmission, resonant mode, longevity

References

1. Tarasik V.P. [Friction clutch of automobile hydromechanical transmission. Ed. by Brench M.P.]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1973. 320 p. (In Russian)

2. Albers A., Arslan A., Herbst D. Ceramics for Use in Brakes and Clutches. *ATZ worldwide*, 2001, no. 5, pp. 24–26.

3. Zhuchkov M.G., Korol'kov R.N., Petrov O.S. [Calculation of durability of transmissions of military tracked machines. Ed. by Isakov P.P.]. Moscow, TsNII informatsii Publ., 1987. 372 p. (In Russian)

4. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. Automotive transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application. Second edition. Springer, 2011. 717 p.

5. Payvar P. Laminar heat transfer in the oil groove of a wet clutch. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 1991, vol. 34, no. 7, pp. 1791–1798.

6. Yang Y., Lam R.C., Chen Y.F., Yabe H. Modeling of heat transfer and fluid hydrodynamics for a multidisc wet clutch. *SAE Technical Paper*, 1995, no. 950898, 1995-02-01. 17 p.

7. Berger E.J., Sadeghi F., Krousgrill C.M. Finite element modeling of engagement of rough and grooved wet clutches. *ASME J. Tribol*, 1996, no. 118, pp. 137–146.

8. Berger E.J., Sadeghi F., Krousgrill C.M. Analytical and numerical modeling of engagement of rough, permeable, grooved wet clutches. *ASME J. Tribol*, 1997, no. 119, pp. 143–148.

9. Jang J.Y., Khonsari M.M. Thermal characteristics of a wet clutch. *ASME J. Tribol*, 1999, no. 121, pp. 610–617.

10. Razzaque M.M., Kato T. Effect of a groove on the behavior of a squeeze film between a grooved and a plain rotating annular disk. *ASME J. Tribol*, 1999, no. 121, pp. 808–815.

11. Jang J.Y., Khonsari M.M. Wet clutch frictional material: the surfaced groove effect. Encyclopedia of Tribology. Springer, 2013. 4139 p.

12. Heyan Li, Qi Jing, Biao Ma Modeling and parametric study on drag torque of wet clutch. Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress, Lecture Notes in Electrical Engineering (SAE-China and FISITA). Springer, 2012, vol. 5, pp. 21–35.

13. Design Practices. Passenger car automatic transmissions. Fourth edition. SAE International, 2012. 768 p.

14. Razzaque M.M., Kato T. Effect of a groove orientation on hydrodynamic behavior of wet clutch coolant films. *ASME J. Tribol*, no. 121, pp. 56–60.

15. Rynkevich S.A. [Drift effect]. *Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta*, 2013, no. 38, pp. 38–45. (In Russian)

16. Derzhanskiy V.B., Taratorkin I.A. [Mechanics and predicting resonant modes sintered disc promising hydromechanical transmissions of transport vehicles]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie*, 2007, no. 11, pp. 15–23. (In Russian)

17. Derzhanskiy V.B., Taratorkin I.A. [Prediction of the dynamic load transmissions of transport vehicles]. Kurgan, Redaktsionno-izdatel'skiy tsentr KGU Publ., 2008. 153 p. (In Russian)

18. Taratorkin I.A. [Development of computational and experimental methods of reducing the dynamic load and increasing the longevity of hydromechanical transmissions of transport vehicles. Doct. eng. sci. diss.]. Kurgan, 2009. 302 p. (In Russian)

19. [The report on "The generalization of the results of studies evaluating the loading of and the choice of parameters hydraulically friction units". GR no. DF-3204-4/93]. Moscow, NATI Publ., 1993. 114 p. (In Russian)

20. [Report PF NATI no. 3340-77 g., subject no. 3-76 (135/150-76)]. 120 p. (In Russian)

21. Kryukov A.P., Zhuchkov M.G., Zaytsev V.A., Levit G.B. [Increased durability of steel substrates sintered friction discs tank transmissions]. *Vestnik bronetankovoy tekhniki*, 1966, no. 6, pp. 24–41. (In Russian)

22. Zaytsev V.A., Zhuchkov M.G. [For the protection of the friction disks from the torsional vibrations in the tank transmissions]. *Vestnik bronetankovoy tekhniki*, 1967, no. 6, pp. 1–7. (In Russian)

23. Zhuchkov M.G., Sarychev B.M. [Increased fatigue strength and durability of the friction disc of the friction units]. *Vestnik bronetankovoy tekhniki*, 1969, no. 2, pp. 38–40. (In Russian)

24. Zaytsev V.A. [Study dynamic loading of torsional vibration friction disc friction elements transmissions tracked and wheeled vehicles. Cand. eng. sci. diss.]. Leningrad, 1964. 260 p. (In Russian)

25. Khomichev A.S. [Perfection of a technique for calculating the friction elements of the project of hydromechanical transmissions of transport vehicles. Cand. eng. sci. diss.]. Kurgan, 2010. 148 p. (In Russian)

Taratorkin A.I., Kharitonov S.A., Drozdov P.A., Nagaytsev M.M. [Types of destruction of friction discs used as control elements in a planetary gearbox]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 55–62. (In Russian)

УДК 629.33

Кириллов Кирилл Александрович
заместитель директора Некоммерческой организации Межотраслевого фонда
«Поддержка технических инициатив автовладельцев», руководитель ИЛ «ПТИА-АВТО»,
эксперт по сертификации продукции автомобилестроения, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: ptiafond@mail.ru

Статья поступила 06.04.2016

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ (АТС) В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ (ЕАЭС) ПРИ ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЮ

В статье рассматриваются вопросы внесения изменений в конструкцию транспортных средств, обосновывается утверждение о существовании проблемы с изменением конструкции. Анализируется состояние безопасности дорожного движения и перспективы парка автотранспортных средств (АТС) в ЕАЭС. На основе долголетней практики деятельности организаций, проводящих оценку соответствия находящихся в эксплуатации транспортных средств, при внесении изменений в конструкцию необходимо проработать вопрос о классификации внесений изменений в конструкцию по видам (подвидам), а также по типам в зависимости от степени риска. Отмечается вопрос о требованиях к персоналу испытательных лабораторий, занимающихся оценкой соответствия при внесении изменений в конструкцию АТС. Особое внимание уделяется результатам деятельности Госавтоинспекции по выявлению переоборудованных транспортных средств, не зарегистрированных в установленном порядке. На основе проведённого исследования автор предполагает, что в 2017 г. будет реализована разработка и принятие межгосударственного стандарта по процедуре оформления внесения изменений в конструкцию, для находящихся в эксплуатации транспортных средств, в случае внесения изменений в конструкцию. Представлена уточнённая позиция автора по вопросу разъяснения процедуры оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию транспортных средств и предложены возможные пути совершенствования нормативно-правового регулирования. Выполнение предписаний технического регламента Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств» 018/2011 позволит охватить существенный этап в жизненном цикле транспортного средства, и данная инициатива экспертного сообщества должна быть поддержана на межгосударственном уровне, а затем и на уровне ЕЭК.

Ключевые слова: внесение изменений в конструкцию, единичное транспортное средство, тюнинг, переоборудование, техническое регулирование

Литература

1. *Кисуленко Б.В., Гусаков Н.В., Бочаров А.В., Щепкин А.И., Миронов А.А., Аникеев С.А.* Техническое регулирование в автомобилестроении. Процедуры оценки соответствия. – Москва: PRINTLETO.RU, 2015. – 256 с.

2. UNECE 2015 Statistics of road traffic accidents in Europe and North America Volume LIII – 147 c. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/RAS-2015.pdf (дата обращения: 06.04.2016).

3. UNECE 2015 Inland transport statistic in Europe and North America Volume LVII – 232 c. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/ABTS-2015.pdf (дата обращения: 06.04.2016).

4. UNECE Statistical Database. URL: http://w3.unece.org/PXWeb2015/pxweb/en/STAT/STAT__40-TRTRANS__01-TRACCIDENTS (дата обращения: 06.04.2016).

5. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения в Российской Федерации (Архив). URL: http://www.gibdd.ru/stat/archive/ (дата обращения: 06.04.2016).

6. Сведения о парке АТС в Российской Федерации. URL: http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=2478 (дата обращения: 06.04.2016).

7. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения в Республике Армения за 2013-2014 годы. URL: http://www.police.am/ru/news/view/ահաq16115.html (дата обращения: 06.04.2016).

8. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения в Республике Беларусь. URL: http://mvd.gov.by/main.aspx?guid=253183 (дата обращения: 06.04.2016).

9. Сведения о парке АТС в Республике Беларусь. URL: http://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/otrasli-statistiki/transport-i-svyaz/godovye-dannye_12/nalichie-transportnyh-sredstv-v-lichnoi-sobstvennosti-grazhdan-po-dannym-ministerstva-vnutrennih-del-respubliki-belarus/ (дата обращения: 06.04.2016).

10. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения в Республике Казахстан. URL: http://mvd.gov.kz/portal/page/portal/kdp/KDP/nKDP_UDvizh/nKDP_UDvizh_Stat (дата обращения: 06.04.2016).

11. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения в Кыргызской Республике. URL: http://www.gubdd.mvd.kg/ (дата обращения: 06.04.2016).

12. *Кисуленко Б.В., Гусаков Н.В.* Техническое регулирование в автомобилестроении: Словарь-справочник. – М.: Машиностроение, 2008. – 272 с.

13. *Мороз С.М.* Обеспечение безопасности технического состояния автотранспортных средств в эксплуатации: учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования / 2-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 208 с.

14. *Мороз С.М.* О технологической составляющей оценки соответствия транспортных средств // Журнал ААИ. – 2009. – № 1. – С. 42–45.

15. *Гаевский В.В.* Расчётное определение показателей управляемости и устойчивости для сертификации АТС: дисс... канд. техн. наук. – М.: МАДИ (ТУ), 1998. – 169 с.

16. *Зубриський С.Г.* Оценка влияния конструктивных изменений автотранспортных средств на безопасность их использования: дисс... канд. техн. наук. – М.: ФГУП «НАМИ», 2003. – 184 с.

17. ГОСТ Р 41.13-2007 (Правила ЕЭК ООН N 13). Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств категорий M, N и O в отношении торможения. – Введ. 2009–01–01 взамен ГОСТ Р 41.13-99. – М.: Стандартинформ, 2009. – IV, 170 с.

18. Программа межгосударственной стандартизации. URL: http://www.mgs.gost.ru/TKSUGGEST/MGSpublic.nsf/MainForm?ReadForm (дата обращения: 06.04.2016).

19. Программа разработки национальных стандартов. URL: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/standards/programm (дата обращения: 06.04.2016).

Кириллов К.А. Регламентация требований к безопасности автотранспортных средств (АТС) в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) при внесении изменений в конструкцию // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 63–72.

Kirillov K.A.

Deputy Director “PTIA-FOND”, head of vehicle safety laboratory “PTIA-AVTO”, the expert on certification of automotive industry products, The noncommercial organization Interbranch fund “Supporting the technical initiatives of vehicles owners”, Moscow, Russian Federation

E-mail: ptiafond@mail.ru

Received 06 April 2016

REGULATION OF THE REQUIREMENTS FOR THE TRANSPORT VEHICLE SAFETY IN THE EURASIAN ECONOMIC UNION (EAEU) IN CASE OF DESIGN MODIFICATIONS

This article discusses the vehicle design modifications and substantiates the assertion of the existence of a problem caused by the change of the design. The state of road safety and the prospects of transport vehicles in the EAEU are analyzed. The long-standing practice of organizations which conducted a compliance assessment of in use vehicles necessitated the study of modification classifications both from the point of view of their varieties (sub varieties) and the types when making design changes. In the course of study the degree of risk should be taken into consideration. Also there comes the question

of the requirements for the personnel of testing laboratories, dealing with conformity assessment to the modifications in transport vehicle design. Particular attention is to be paid to the results of the traffic police activities identifying reequipped vehicles which are not registered in the established order. Basing on the study the author supposes that the development and adoption of interstate standard procedure for registration of changes in the structure of in-service vehicles can be realized in 2017 if the modifications in the design take place. The author's specific and clarifying point of view on the conformity assessment procedure is presented for the procedure of making changes in the design of vehicles and possible ways of improving the legal regulation are suggested. The implementation of technical regulations of the Customs Union "On Safety of Wheeled Vehicles" 018/2011 will cover a significant stage in the life cycle of the vehicle. The proposed initiative of the expert community should be supported at the interstate level, and then – at the EEC level.

Key words: design modifications, a single transport vehicle, tuning, re-equipment, technical regulation

References

1. Kisulenko B.V., Gusakov N.V., Bocharov A.V., Shchepkin A.I., Mironov A.A., Anikeev S.A. [Technical regulation in the automotive industry. Conformity assessment procedures]. Moscow, PRINTLETO.RU Publ., 2015. 256 p. (In Russian)

2. UNECE 2015 Statistics of road traffic accidents in Europe and North America Volume LIII. Available at: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/RAS-2015.pdf (accessed 06 April 2016).

3. UNECE 2015 Inland transport statistic in Europe and North America Volume LVII. Available at: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/ABTS-2015.pdf (accessed 06 April 2016).

4. UNECE Statistical Database. Available at: http://w3.unece.org/PXWeb2015/pxweb/en/STAT/STAT__40-TRTRANS__01-TRACCIDENTS (accessed 06 April 2016).

5. [For information on road safety in the Russian Federation (Archive)]. Available at: http://www.gibdd.ru/stat/archive/ (accessed 06 April 2016). (In Russian)

6. [Information about ATS park in the Russian Federation]. Available at: http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=2478 (accessed 06 April 2016). (In Russian)

7. [Data on road safety in the Republic of Armenia for the year 2013-2014]. Available at: http://www.police.am/ru/news/view/ɯhɯq16115.html (accessed 06 April 2016). (In Russian)

8. [For information about traffic in the Republic of Belarus state security]. Available at: http://mvd.gov.by/main.aspx?guid=253183 (accessed 06 April 2016). (In Russian)

9. [Information about the vehicle park Belarus]. Available at: http://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/otrasli-statistiki/transport-i-svyaz/godovye-dannye_12/nalichie-transportnyh-sredstv-v-lichnoi-sobstvennosti-grazhdan-po-dannym-ministerstva-vnutrennih-del-respubliki-belarus/ (accessed 06 April 2016). (In Russian)

10. [Information on the status of road safety in the Republic of Kazakhstan]. Available at: http://mvd.gov.kz/portal/page/portal/kdp/KDP/nKDP_UDvizh/nKDP_UDvizh_Stat (accessed 06 April 2016). (In Russian)

11. [Information about the state of road safety in the Republic of Kazakhstan]. Available at: http://www.gubdd.mvd.kg/ (accessed 06 April 2016). (In Russian)

12. Kisulenko B.V., Gusakov N.V. [Technical regulation in the automotive industry: Reference Dictionary]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2008. 272 p. (In Russian)

13. Moroz S.M. [Ensuring the safety of the technical condition of vehicles in operation]. Moscow, Akademiya Publ., 2015. 208 p. (In Russian)

14. Moroz S.M. [Technological component of the assessment of conformity of vehicles]. *Zhurnal AAI*, 2009, no. 1, pp. 42–45. (In Russian)

15. Gaevskiy V.V. [Calculated definition of indicators handling and stability for certification of transport vehicle. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 1998. 169 p. (In Russian)

16. Zubris'kiy S.G. [Assessing the impact of structural changes in vehicles on the safety of their use. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2003. 184 p. (In Russian)

17. [GOST R 41.13-2007. Uniform provisions concerning the vehicles of categories M, N and O with regard to braking]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 170 p. (In Russian)

18. [Interstate Standardization Program]. Available at: http://www.mgs.gost.ru/TKSUGGEST/MGSpublic.nsf/MainForm?ReadForm (accessed 06 April 2016). (In Russian)

19. [The program of development of national standards]. Available at: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/standards/programm (accessed 06 April 2016). (In Russian)

Kirillov K.A. [Regulation of the requirements for the transport vehicle safety in the Eurasian Economic Union (EAEU) in case of design modifications]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 63–72. (In Russian)

УДК 629.331+631.372

Шкель Андрей Сергеевич, *канд. техн. наук*
доцент кафедры «Автомобили и бортовые информационно-управляющие системы»,
ФГБОУ ВО «Московский технологический университет», г. Москва, Российская Федерация
E-mail: shkel-as@yandex.ru

Статья поступила 26.04.2016

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАДСТРОЕК В СОСТАВЕ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ-432065 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Созданы опытные образцы двух сменных технологических надстроек для внесения твёрдых минеральных удобрений и транспортировки и внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений для нового грузового автомобиля повышенной проходимости Урал-432065. В результате проведённых испытаний подтверждено, что разработанные технологические надстройки обеспечивают: высокие показатели производительности и качества внесения удобрений; комфортабельные условия работы оператора; экологические характеристики на уровне современных требований; предотвращение дробления гранул и снижение пылеобразования (при внесении минеральных удобрений); выполнение транспортных и транспортно-технологических работ на дорогах общего пользования и в полевых условиях с соблюдением условий экологии земледелия. Для получения таких показателей были разработаны соответствующие рекомендации. Эффективность применения Урал-432065 на транспортных работах подтверждается снижением эксплуатационных затрат на 48%, затрат труда – на 78%, расхода дизельного топлива – на 42%. При использовании сменных технологических надстроек, по сравнению с тракторным транспортно-технологическим агрегатом, эксплуатационные затраты снижаются на 61%, затраты труда – на 32%, расход дизельного топлива на 55%. Кроме того, обеспечиваются условия экологии земледелия и снижение стоимости конечной продукции с повышением её конкурентоспособности. Экономический расчёт показал, что при использовании СТА-5ТМ в составе шасси Урал-432065 совокупные затраты составляют 158,95 руб./га, а при использовании СТА-5ЖО – совокупные затраты составляют 225,18 руб./т, что меньше значения индикаторов и показателей, заложенных в техническое задание к Государственному контракту № 12411.0816900.20.100 от 02.05.2012 (370 руб./га и 420 руб./т соответственно).

Ключевые слова: автомобиль Урал-432065, сменные технологические надстройки, внесение удобрений, производительность, транспортно-технологические работы

Литература

1. *Дзоценидзе Т.Д., Галкин С.Н., Левшин А.Г., Козловская М.А., Сорокин В.Н., Середа П.В.* Специализированный автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения. Монография. – М.: ООО «НИИКА», ЗАО «Металлургиздат», 2013. – 368 с.

2. *Дзоценидзе Т.Д., Галкин С.Н., Левшин А.Г., Логинов К.Ю.* К вопросу о создании технологических адаптеров сельскохозяйственного назначения на шасси автомобиля Урал-432065 // Технология колёсных и гусеничных машин – Technology of Wheeled and Tracked Machines. – 2012. – № 3. – С. 30–38.

3. *Шкель А.С., Загарин Д.А., Козловская М.А., Дзоценидзе Т.Д., Меркулов А.В.* Новое семейство технологических надстроек для АПК на базе специализированного автомобиля сельскохозяйственного назначения // Технология колёсных и гусеничных машин – Technology of Wheeled and Tracked Machines. – 2015. – № 6. – С. 12–19.

4. *Дзоценидзе Т.Д., Левшин А.Г., Евтюшенков Н.Е., Козловская М.А., Мягков А.Е.* Функциональное наначение автомобилей для сельских поселений // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 4. – С. 8–11.

5. *Дзоценидзе Т.Д., Левшин А.Г., Евтюшенков Н.Е., Козловская М.А., Мягков А.Е.* Новое поколение автомобилей с.-х. назначения // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 12–14.

6. *Дзоценидзе Т.Д.* Транспортное обеспечение – важная составляющая развития предприятий АПК // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 11. – С. 45–48.

7. *Дзоценидзе Т.Д., Евтюшенков Н.Е., Бисенов Г.С.* Формирование инновационной транспортной инфраструктуры АПК // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 4. – С. 44–45.

8. *Дзоценидзе Т.Д.* Специализированный автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения // Технология колёсных и гусеничных машин – Technology of Wheeled and Tracked Machines. – 2013. – № 5. – С. 18–24.

9. *Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Левшин А.Г., Дзоценидзе Т.Д., Галкин С.Н.* Новые а втотранспортные средства // Сельский механизатор. – 2012. – № 1. – С. 38–39.

10. *Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Левшин А.Г., Дзоценидзе Т.Д.* Автомобили для полей России // Сельский механизатор. – 2012. – № 9. – С. 37–38.

11. *Дзоценидзе Т.Д., Левшин А.Г., Галкин С.Н., Сорокин В.Н., Середа П.В., Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е.* Разработка грузовых автомобилей сельскохозяйственного назначения для транспортного обслуживания АПК // Международный научный журнал. – 2012. – № 3. – С. 92–97.

12. *Левшин А.Г., Уваров В.П., Майстренко Н.А.* Транспортно-технологический агрегат с использованием шасси грузового автомобиля Урал-432065 и модель оптимизации его параметров // Технология колёсных и гусеничных машин – Technology of Wheeled and Tracked Machines. – 2014. – № 1. – С. 25–34.

Шкель А.С. К вопросу об эффективном использовании технологических надстроек в составе автомобиля Урал-432065 сельскохозяйственного назначения // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 73–82.

Shkel' A.S., *PhD (Eng)*
associate professor, Department "Automobiles and onboard information and control systems",
Moscow Technological University, Moscow, Russian Federation

E-mail: shkel-as@yandex.ru

Received 26 April 2016

TO THE PROBLEM OF THE EFFECTIVE USE OF TECHNOLOGICAL SUPERSTRUCTURES IN URAL-432065 FOR AGRICULTURAL PURPOSES

A research has been made and two replaceable technological superstructures for applying solid mineral fertilizers have been created. At that transportation and subsurface application of liquid organic fertilizer for a new all-terrain vehicle Ural-432065 of increased pass ability was also studied. As a result the test confirmed that the developed technological elements provide: high performance and quality of fertilizer application; comfortable working conditions for the operator; environmental characteristics at the level of modern requirements; prevention of crushing the pellets and reduction of dust (in case of fertilizers use); effective environmental performance of transport and transport-technological vehicles both on public roads and in the field of agriculture. Appropriate recommendations were developed to get those indicators. The transportation effectiveness of Ural-432065 was confirmed by the reduction of operating costs by 48%, labor costs – by 78%, diesel fuel – by 42%. When compared to tractor transport-technological units the replaceable technological superstructures operating costs were reduced by 61%, labor costs – by 32%, diesel fuel consumption – by 55%. In addition, environmental agricultural conditions were provided together with the reduction of final product costs to increase its competitiveness. Economic calculation showed that when using the STA-5TM as part of Ural-432065 chassis total costs

amounted to 158,95 rubles/ha, when using STA-5ZhO total costs amounted to 225,18 rubles/t, which was less than the value indicators set forth in the State contract № 12411.0816900.20.100 of 02.05.2012 (370 and 420 rubles, respectively).

Key words: vehicle Ural-432065, replaceable technological superstructures, fertilizers application, productivity, transport-technological works

References

1. Dzotsenidze T.D., Galkin S.N., Levshin A.G., Kozlovskaya M.A., Sorokin V.N., Sereda P.V. [Specialized motor transport for agricultural use]. Moscow, NIIKA Publ., ZAO Metallurgizdat Publ., 2013. 368 p. (In Russian)

2. Dzotsenidze T.D., Galkin S.N., Levshin A.G., Loginov K.Yu. [On designing farm-purpose replacement technological adapters for Ural-432065 chassis]. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin – Technology of Wheeled and Tracked Machines*, 2012, no. 3, pp. 30–38. (In Russian)

3. Shkel' A.S., Zagarin D.A., Kozlovskaya M.A., Dzotsenidze T.D., Merkulov A.V. [The development of a new family of technological superstructures for agriculture on the basis of a specialized agricultural vehicle]. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin – Technology of Wheeled and Tracked Machines*, 2015, no. 6, pp. 12–19. (In Russian)

4. Dzotsenidze T.D., Levshin A.G., Evtyushenkov N.E., Kozlovskaya M.A., Myagkov A.E. [The functional purpose of vehicles for the rural settlements]. *Traktory i sel'khozmashiny*, 2012, no. 4, pp. 8–11. (In Russian)

5. Dzotsenidze T.D., Levshin A.G., Evtyushenkov N.E., Kozlovskaya M.A., Myagkov A.E. [New generation of vehicles for agricultural purposes]. *Traktory i sel'khozmashiny*, 2012, no. 5, pp. 12–14. (In Russian)

6. Dzotsenidze T.D. [Transport support as an important part of enterprises development in agroindustrial complex]. *Traktory i sel'khozmashiny*, 2013, no. 11, pp. 45–48. (In Russian)

7. Dzotsenidze T.D., Evtyushenkov N.E., Bisenov G.S. [The innovative transport infrastructure of agrarian and industrial complex]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*, 2013, no. 4, pp. 44–45. (In Russian)

8. Dzotsenidze T.D. [Specialized agricultural transport]. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin – Technology of Wheeled and Tracked Machines*, 2013, no. 5, pp. 18–24. (In Russian)

9. Izmaylov A.Yu., Evtyushenkov N.E., Levshin A.G., Dzotsenidze T.D., Galkin S.N. [New agricultural vehicles]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2012, no. 1, pp. 38–39. (In Russian)

10. Izmaylov A.Yu., Evtyushenkov N.E., Levshin A.G., Dzotsenidze T.D. [Vehicles for the Russian field]. *Sel'skiy mekhanizator*, 2012, no. 9, pp. 37–38. (In Russian)

11. Dzotsenidze T.D., Levshin A.G., Galkin S.N., SorokinV.N., Sereda P.V., Izmaylov A.Yu., Evtyushenkov N.E. [Designing trucks for agribusiness transport purposes]. *Mezhdunarodnnyy nauchnyy zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 92–97. (In Russian)

12. Levshin A.G., Uvarov V.P., Maystrenko N.A. [Transportation technological device with an application of chassis of truck Ural-432065, and a model of its parameter optimization]. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin – Technology of Wheeled and Tracked Machines*, 2014, no. 1, pp. 25–34. (In Russian)

Shkel' A.S. [To the problem of the effective use of technological superstructures in Ural-432065 for agricultural purposes]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 73–82. (In Russian)

УДК 629.3.014

Лихачёв Дмитрий Сергеевич
инженер-конструктор 1-й категории отдела «Коробки передач» управления «Системы, узлы и агрегаты» центра «Автомобили и тракторы», ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Российская Федерация

E-mail: dmitriy.likhachev@nami.ru

Тараторкин Игорь Александрович, *д-р техн. наук, профессор*
заведующий отделом ИМАШ УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Харитонов Сергей Александрович, *канд. техн. наук, доцент*
ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, Российская Федерация

Статья поступила 21.06.2016

АНАЛИЗ ВОЗМУЩАЮЩИХ КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА LMS IMAGINE.LAB AMESIM

В связи с тем, что современные тенденции автомобилестроения направлены на повышение производительности машин и скорости транспортных средств, форсирование их по мощностям, нагрузкам и другим рабочим характеристикам неизбежно приводит к увеличению интенсивности и расширению спектра вибраций. Неучёт динамических нагрузок, создаваемых силовой установкой, может привести к преждевременным усталостным поломкам деталей трансмиссии или к уменьшению комфортабельности автомобиля. Одним из путей решения такого типа задач является применение численных методов решения при компьютерном моделировании динамики различных систем автомобиля. Компьютерное моделирование численными методами позволяет многократно использовать математическую модель в однотипных численных экспериментах, по результатам которых можно оптимизировать характеристики разрабатываемого изделия, сокращая при этом существенные затраты времени, труда и материалов на изготовление прототипов и проведения большого объёма экспериментальных и доводочных работ на этапе создания конструкции. В статье представлены результаты математического моделирования крутильной системы двигателей V8 и V12 средствами программного пакета LMS Imagine.Lab AMESim. Разработанная математическая модель позволяет оценивать величины амплитуд, гармонических составляющих момента двигателя, являющиеся исходными данными при оценке крутильных колебаний элементов трансмиссии. Анализ характеристик гармоник двигателя показал, что для обеспечения допустимого уровня вибронагруженности исследуемой крутильной системы трансмиссии необходимо исключить из рабочей зоны частот вращения двигателя пересечения собственных частот трансмиссии с 4-й, 8-й и 12-й гармониками 8-ми цилиндрового двигателя, а для 12-ти цилиндрового двигателя с 3-й, 6-й, 9-й и 12-й гармониками.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, гармоника, газовые силы, инерционные силы, кривошипно-шатунный механизм

Литература

1. *Лихачёв Д.С.* Обзор вариантов расположения гасителя крутильных колебаний в транспортных средствах с комбинированными энергоустановками // Труды НАМИ. – 2015. – № 4 (263). – С. 159–169.

2. Исследование крутильных колебаний роторов: метод. указания / [сост. В.П. Ржевский и др.]. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 40 с.: ил.

3. *Гришкевич А.И.* Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник / Под общ. ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

4. *Колчин А.И., Демидов В.П.* Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для вузов; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 400 с.

5. LMS Imagine.Lab Amesim. Integrated simulation platform for multi-domain mechatronic systems simulation. URL: http://www.plm.automation.siemens.com (дата обращения: 21.06.2016).

6. LMS IMAGINE.LAB AMESIM. URL: http://novatest.ru/equipment/raschetno-eksperimentalnoe_modelirovanie/mehatronika,_modelirovanie (дата обращения: 21.06.2016).

7. LMS IMAGINE.LAB – ПЛАТФОРМА AMESIM SUITE. URL: http://www.novatest.ru/equipment/251/258/1d_modelling/299/ (дата обращения: 21.06.2016).

8. LMS Imagine.Lab AMESim. Reference guide [Электронный ресурс]: электрон. дан. и прогр. (46,8 Мб), 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

9. *Маслов Г.С.* Расчёты колебаний валов. Справочник / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 151 с.

Лихачёв Д.С., Тараторкин И.А., Харитонов С.А. Анализ возмущающих крутящих моментов силовых установок средствами программного пакета LMS Imagine.Lab AMESim // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 83–92.

Likhachev D.S.
design engineer of "Gearboxes" of department "Systems, assemblies and aggregates" of Centre "Automobiles and tractors", Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI"), Moscow, Russian Federation

E-mail: dmitriy.likhachev@nami.ru

Taratorkin I.A., *D.Sc. (Eng), professor*
head of department, Institute of Engineering Science, RAS (Ural Branch), Ekaterinburg, Russian Federation

Kharitonov S.A., *PhD (Eng), associate professor*
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Received 21 June 2016

ANALYSIS OF DISTURBING TORQUE BY MEANS OF LMS IMAGINE.LAB AMESIM SOFTWARE PACKAGE

Due to the fact that modern automobile trends are aimed at improving the performance and the speed of vehicles, the attempts to enlarge their capacity, loads and other performance characteristics inevitably leads to an increase in intensity and expansion of vibration. The neglect of dynamic loads generated by a vehicle power unit may lead to the premature fatigue and breaking the vehicle and its transmission elements or to the decrease of a vehicle comfort. One way to solve this type of problem is the use of numerical computer methods for the dynamics modeling of the various systems of a vehicle. Numerical computer modelling methods enable one to use a mathematical model in numerous typical experiments many times and, as a result, optimize the characteristics of the developed product, thus, substantially reduce time, labor and materials expenditure for the manufacture of prototypes and carry out a large volume of experimental and finishing work at the stage of a vehicle construction. The article presents the results of mathematical modeling of V8 and V12 torsional engine systems by means of LMS Imagine. Lab AMESim software package. The developed mathematical model makes it possible to estimate the amplitudes value of the torque harmonic components of the engine, which are the starting data in the assessment of the dynamic torsional loading on the transmission torque elements. The analysis of the engine harmonic characteristics has shown that to ensure an admissible loading level of torsional vibration of the studied transmission system it is necessary to exclude the crossing of the natural frequencies of the transmission with the 4th, 8th and 12th harmonics of eight cylinder engine, and of twelve cylinder engine with the 3rd, 6th, 9th and 12th harmonics in the engine crank mechanism.

Key words: internal combustion engine, the harmonica, the gas forces, inertia forces, the crank mechanism

References

1. Likhachev D.S. [Overview damper layout options torsional vibrations in vehicles with combined power units]. *Trudy NAMI*, 2015, no. 4 (263), pp. 159−169. (In Russian)

2. [The study of torsional vibrations of rotors: guidelines. Compiled Rzhevskij V.P. and others]. Samara, Samara State Aerospace University Publ., 2006. 40 p. (In Russian)

3. Grishkevich A.I. [Design automobile transmission: Manual]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984. 272 p. (In Russian)

4. Kolchin A.I., Demidov V.P. [Calculation of automobile and tractor engines. 2nd ed., rev. and ext.]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1980. 400 p. (In Russian)

5. LMS Imagine.Lab Amesim. Integrated simulation platform for multi-domain mechatronic systems simulation. Available at: http://www.plm.automation.siemens.com (accessed 21 June 2016). (In Russian)

6. LMS IMAGINE.LAB AMESIM. Available at: http://novatest.ru/equipment/raschetno-eksperimentalnoe_modelirovanie/mehatronika,_modelirovanie (accessed 21 June 2016). (In Russian)

7. [LMS IMAGINE.LAB – PLATFORM OF AMESIM SUITE]. Available at: http://www.novatest.ru/equipment/251/258/1d_modelling/299/ (accessed 21 June 2016). (In Russian)

8. LMS Imagine.Lab AMESim. Reference guide. Electronic data and program (46,8 MB), 2013. (In Russian)

9. Maslov G.S. [Calculations shaft vibrations. Directory / 2nd ed., Rev. and additional]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1980. 151 p. (In Russian)

Likhachev D.S., Taratorkin I.A., Kharitonov S.A. [Analysis of disturbing torque by means of LMS Imagine. Lab AMESim software package]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 83–92. (In Russian)

УДК 621.434-225.12:533.6

Сонкин Валерий Иосифович, *инженер*
заведующий научно-исследовательским отделом ДВС с искровым зажиганием центра «Энергоустановки»,
ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Российская Федерация

E-mail: val.sonkin2010@yandex.ru

Статья поступила 06.07.2016

АЭРОДИНАМИКА ВПУСКНЫХ КАНАЛОВ: НЕЙТРАЛЬНЫЕ КАНАЛЫ
Часть 1

Впускной канал, расположенный в головке цилиндров, является одним из ключевых элементов конструкции двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с искровым зажиганием. Находясь на стыке двух систем, впуска и сгорания, канал оказывает сложное влияние на мощностные, экономические и экологические показатели. Как часть системы впуска, канал влияет на наполнение, быстроходность и мощность двигателя. Как часть системы сгорания, он влияет на воспламенение и распространение пламени, склонность двигателя к детонации, потери тепла в стенки через формирование турбулентного движения заряда в цилиндре, внутреннее смесеобразование и конвективный теплообмен. В статье обобщён опыт ФГУП «НАМИ» по профилированию и оценке характеристик нейтральных каналов, обеспечивающих максимум пропускной способности при минимуме движения заряда в цилиндре. Экспериментально определена структура течения в каналах разной геометрии, их аэродинамические характеристики при продувке стационарным потоком воздуха. Показано, что основным источником сопротивления канала, является диссипация кинетической энергии струи, возникающей в клапанной щели, а доля подводящей части канала не превышает 5–20%. Вместе с тем возникающие в канале отрывные течения могут вдвое увеличить общее сопротивление канала при проникновении их в клапанную щель. Установлена связь между геометрическими параметрами канала, структурой течения, пропускной способностью и механизмом формирования аэродинамических потерь. Показано, что ключевой проблемой при профилировании канала является минимизация негативного влияния отрывных течений на струйное течение в клапанной щели. Даны рекомендации по выбору геометрии нейтральных каналов на этапе проектирования.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, впускной канал, седло клапана, коэффициент сопротивления, коэффициент расхода, струйное течение, отрывное течение

Литература

1. *Taylor C.F.* The Internal Combustion Engine in Theory and Practica. V. 1. – The MIT Press, 1965. – 584 с.

2. *Сонкин В.И., Фриц Н.Ю.* Экспериментальное исследование процесса наполнения быстроходного четырёхцилиндрового двигателя // Труды НАМИ. – 1979. – № 172. – С. 41–46.

3. *Гришин Ю.А., Сонкин В.И.* Впускные системы. Энциклопедия. Двигатели внутреннего сгорания. Т. 14. – М.: Машиностроение, 2013. – С. 441–461.

4. *Семёнов Е.С., Соколик А.С.* Исследование турбулентности в цилиндре поршневого двигателя / Сгорание и смесеобразование в дизелях: сб. докл. конф. – М.: АН СССР, 1958. – С. 321–360.

5. *Вахошин Л.И., Маркова И.В.* Повышение показателей двигателей с искровым зажиганием // Труды НАМИ. – 1969. – № 111. – С. 3–14.

6. *Вахошин Л.И., Истомин С.С., Партон М.М., Рунов А.Н., Сонкин В.И., Кутенёв В.Ф.* Особенности рабочего процесса с вихревым движением заряда в карбюраторном двигателе // Автомобильная промышленность. – 1979. – № 4. – С. 4–7.

7. *Annand W.J.D., Roe G.E.* Gas Flow in the Internal Combustion Engine. – Haessner Publishing, 1974. – 218 с.

8. *Вихерт М.М., Грудский Ю.Г.* Конструирование впускных систем быстроходных дизелей. – М.: Машиностроение, 1982. – 152 с.

9. *Leydorf G.F., Minty Jr.R.G., Fingeroot M.* Design Refinement of Induction and Exhaust Systems Using Steady-State Flow Bench Techniques // SAE Paper. – 1972. – № 720214. – С. 149–171.

10. *Драганов Б.Х., Круглов М.Г., Обухова В.С.* Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. – Киев: Вища шк., 1987. – 174 с.

11. *Son J.-W., Lee S., Han B., Kim W.* A Correlation Between Re-Defined Design Parameters and Flow Coefficients of SI Engine Intake Ports // SAE Paper. – 2004. – № 2004-01-0998. – С. 1–10.

12. *Heywood J.B.* Internal Combustion Engine Fundamentals. – McGraw-Hill Inc., 1988. – 930 с.

13. *Вахошин Л.И.* Современные тенденции в конструировании впускных каналов бензиновых двигателей // Труды НАМИ. – 1966. – № 88. – С. 105–134.

14. *Сонкин В.И.* Исследование течения воздуха через клапанные щели // Труды НАМИ. – 1974. – № 149. – С. 21–38.

15. *Сонкин В.И.* Аэродинамическое исследование впускных каналов бензиновых двигателей // Труды НАМИ. – 1975. – № 155. – С. 44–61.

16. *Сонкин В.И.* Аэродинамика впускных каналов четырёхклапанного бензинового двигателя // Труды НАМИ. – 2000. – № 226. – С. 117–142.

Сонкин В.И. Аэродинамика впускных каналов: нейтральные каналы. Часть 1 // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 93–103.

Sonkin V.I., *engineer*
head of the Research department for spark ignition engines of Center power plant Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI"), Moscow, Russian Federation

E-mail: val.sonkin2010@yandex.ru

Received 06 July 2016

AERODYNAMICS OF INTAKE PORTS: NEUTRAL PORTS
Part 1

The in take port disposed in the cylinder head is a key structural element of the internal combustion engine (ICE). Located at the junction of the two systems, intake and combustion, the port has a complex effect on the power, economic and environmental indicators. As part of the intake system, the port affects the filling, high-speed and power of the engine. Being part of the combustion system, it affects the ignition and flame spread, the engine's tendency to knock, heat losses through the walls caused by the turbulent motion of the charge in the cylinder, internal mixture formation and convective heat transfer. The paper generalizes the experience of FSUE "NAMI" with respect to profiling and assessment of neutral port characteristics ensuring maximum throughput with minimum charge motion in the cylinder. Experimentally the structure of flow ports of different geometry, the aerodynamic characteristics of ports under a stream of a steady air flow have been determined. It was shown that the primary source of the port resistance was the dissipation of kinetic energy of the jet occurring in the valve slit, at that the proportion of the inlet portion of the port did not exceed 5–20%. However, the separating flows in the port can double the total port resistance at their penetration in the valve opening. The relationship between the geometric parameters of the port, the flow structure, capacity and mechanism of formation of aerodynamic losses was established. It was shown that the key port profiling problem was to minimize the negative effect of separating flows on the jet flow in the valve gap. The possibilities of the neutral port geometry choice at the design stage are recommended.

Key words: internal combustion engine, inlet valve, the valve seat, the drag coefficient, flow coefficient, jet flow, a separating flow

References

1. Taylor C.F. The Internal Combustion Engine in Theory and Practica. Vol. 1. The MIT Press, 1965. 584 p.

2. Sonkin V.I., Frits N.Yu. [Experimental study of the filling process, a high-speed four-cylinder engine]. *Trudy NAMI*, 1979, no. 172, pp. 41–46. (In Russian)

3. Grishin Yu.A., Sonkin V.I. [The intake system. Encyclopedia. Internal combustion engines. Vol. 14]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2013. pp. 441–461. (In Russian)

4. Semenov E.S., Sokolik A.S. [Investigation of turbulence in the cylinder of a piston engine]. [The combustion and mixture formation in diesels: collection of scientific papers of conference]. Moscow, AN SSR Publ., 1958. pp. 321–360. (In Russian)

5. Vakhoshin L.I., Markova I.V. [Improving indicators spark ignition engines]. *Trudy NAMI*, 1969, no. 111, pp. 3–14. (In Russian)

6. Vakhoshin L.I., Istomin S.S., Parton M.M., Runov A.N., Sonkin V.I., Kutenev V.F. [Features workflow with a vortex motion of the charge in the carburetor engine]. *Avtomobil'naya promyshlennost'*, 1979, no. 4, pp. 4–7. (In Russian)

7. Annand W.J.D., Roe G.E. Gas Flow in the Internal Combustion Engine. Haessner Publ., 1974. 218 p.

8. Vikhert M.M., Grudskiy Yu.G. [Design the intake systems of high-speed diesels]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982. 152 p. (In Russian)

9. Leydorf G.F., Minty Jr.R.G., Fingeroot M. Design Refinement of Induction and Exhaust Systems Using Steady-State Flow Bench Techniques. *SAE Paper*, 1972, no. 720214, pp. 149–171.

10. Draganov B.Kh., Kruglov M.G., Obukhova V.S. [Design intake and exhaust ports of internal combustion engines]. Kiev, Vishcha shk. Publ., 1987. 174 p. (In Russian)

11. Son J.-W., Lee S., Han B., Kim W. A Correlation Between Re-Defined Design Parameters and Flow Coefficients of SI Engine Intake Ports. *SAE Paper*, 2004, no. 2004-01-0998, pp. 1–10.

12. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill Inc., 1988. 930 p.

13. Vakhoshin L.I. [Current trends in the design of the intake port of ICE with spark ignition]. *Trudy NAMI,* 1966, no. 88, pp. 105–134. (In Russian)

14. Sonkin V.I. [The study of air flow through the valve gap]. *Trudy NAMI*, 1974, no. 149, pp. 21–38. (In Russian)

15. Sonkin V.I. [Aerodynamic study ICE with spark ignition intake ports]. *Trudy NAMI*, 1975, no. 155, pp. 44–61. (In Russian)

16. Sonkin V.I. [Aerodynamics of intake ports of four valve ICE with spark ignition]. *Trudy NAMI*, 2000, no. 226, pp. 117–142. (In Russian)

Sonkin V.I. [Aerodynamics of intake ports: neutral ports. Part 1]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 93–103. (In Russian)

УДК 629.331

Конев Андрей Дмитриевич, *канд. техн. наук*
старший научный сотрудник Центра «Информационные и интеллектуальные системы»,
ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Российская Федерация

E-mail: andrey.konev@nami.ru

Статья поступила 23.08.2016

ВЫБОР АЛГОРИТМОВ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМ АГРЕГАТОМ АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрены алгоритмы автоматического управления силовым агрегатом автомобиля. Показано, что необходимо одновременное согласованное управление двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и коробкой переключения передач (КПП). Алгоритмы реализуют два варианта управления силовым агрегатом – силой тяги ведущих колёс и скоростью движения автомобиля. Для обоих вариантов разработаны алгоритмы управления ДВС и КПП. Алгоритмы базируются на использовании микропроцессорных средств управления (микроконтроллеров). Сформулированы основные цели управления: обеспечение работы двигателя во всём диапазоне его энергетических возможностей от холостого хода до максимально возможной мощности; повышение топливной экономичности и минимизация выбросов вредных веществ автомобилем; получение максимальных динамических характеристик автомобиля; удовлетворение специфических требований по управляемости силовым агрегатом со стороны водителя. Автоматическое управление тягово-скоростным режимом движения автомобиля необходимо не только для облегчения водителю функций управления, но и для улучшения функциональных характеристик автомобиля, а также при создании перспективных конструкций. Автоматическое управление силовым агрегатом автомобиля требует применения компьютерных средств управления и соответствующего программного обеспечения микроконтроллера. Для оптимального управления силовым агрегатом автомобиля необходимо одновременное управление двигателем и КПП. Разработка полностью автоматизированной системы управления автомобилем («беспилотник», самоходные робототехнические комплексы и т.д.) невозможна без создания системы автоматического управления силовым агрегатом автомобиля. Создание такой системы требует решения некоторых смежных задач: экспериментальное получение матрицы режимов работы ДВС, разработка алгоритма определения величины тягового усилия для различных ведущих осей, алгоритма ограничения максимальной величины тягового усилия.

Ключевые слова: силовой агрегат автомобиля, коробка переключения передач, микропроцессорное управление, алгоритм выбора передачи

Литература

1. *Гируцкий О.И., Тарасик В.П., Рынкевич С.А.* Развитие интеллектуальных систем управления трансмиссиями автотранспортных средств // Труды НАМИ. – 2015. – № 1 (260). – С. 99–115.

2. *Недялков А.П., Гируцкий О.И., Маньковский В.В.* Типоразмерный ряд перспективных механических коробок передач для автомобилей, автобусов и автопоездов // Труды НАМИ. – 2013. – № 2 (253). – С. 38–69.

3. *Фалькевич Б.С.* Экономические и тяговые качества автомобиля с прогрессивной передачей // Автомобиль. – 1951. – № 1. – С. 4–5.

4. *Wescott T.* PID Without a PhD. URL: http://www.techonline.com/electrical-engineers/education-training/tech-papers/4125883/PID-Without-a-PhD (дата обращения: 23.08.2016).

5. *Петров В.А.* Автоматическое управление бесступенчатых передач самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1968. – 384 с.

6. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 41 с.

7. *Ендачёв Д.В., Конев А.Д.* Задачи и проблемы применения микропроцессоров на автомобилях // Труды НАМИ. – 2016. – № 2 (265). – С. 93–99.

8. *Кутенёв В.Ф.* Сравнение эксплуатационных качеств двигателей внутреннего сгорания при помощи универсальных характеристик // Учёные записки Ярославского технологического института. – 1961. – Том VII. – С. 327–333.

9. *Демяненко А.* ПИД-регулирование (ПИД-регулятор) на практических примерах. – М.: Copyright, 2007. – 19 с.

Конев А.Д. Выбор алгоритмов микропроцессорного управления силовым агрегатом автомобиля // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 104–110.

Konev A.D., *PhD (Eng)*
senior researcher
Center "Information and Intelligent Systems", Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute" (FSUE "NAMI"), Moscow, Russian Federation
E-mail: andrey.konev@nami.ru

Received 23 August 2016

MICROPROCESSOR CONTROLLING SYSTEM OF A VEHICLE POWER UNIT

In the article the automatic control algorithms of a vehicle power unit are considered. It has been shown that coordinated controlling of the internal combustion engine (ICE) and its gear box (GB) is necessary to be done at one and the same time. The algorithms realize two versions of the power unit control – of the drive wheels traction and the speed of the vehicle. For both options the engine and transmission control algorithms are designed. The algorithms are based on the use of microprocessor-based controlling means. The basic objectives of the control are: to ensure the engine operation over the entire range of its power capacity from idle to maximum possible power; to obtain the highest fuel efficiency and minimize emissions of harmful substances by vehicle; to meet the specific requirements for handling the power unit on the part of the driver. Automatic pull-speed mode controlling is necessary not only for facilitating the controlling functions on the part of the driver, but also for improving the functional characteristics of the vehicle, as well as for the development of advanced designs. The automatic controlling of a vehicle power unit requires the use of computer means and the appropriate software of a microcontroller. The optimal control of a vehicle power unit presupposes the simultaneous control of the engine and the transmission. The development of a fully automated vehicle control system ("autonomous car", self-mobile robot systems, etc.) is impossible without the creation of an automatic control system of the vehicle power unit. Creating such a system requires the solution of a number of related problems, such as: obtaining experimental matrix of ICE modes, the development of the algorithm to determine the value of traction for different driving axles, the maximum limitation of traction algorithm.

Key words: the power units of the vehicle, gear box, microprocessor controlling system, gear selection algorithm

References

1. Girutskiy O.I., Tarasik V.P., Rynkevich S.A. [The development of intelligent control systems transmissions of motor vehicles]. *Trudy NAMI*, 2015, no. 1 (260), pp. 99–115. (In Russian)

2. Nedyalkov A.P., Girutskiy O.I., Mankovskiy V.V. [Standard size series of advanced mechanical transmissions for vehicles, buses and road trains]. *Trudy NAMI*, 2013, no. 2 (253), pp. 38–69. (In Russian)

3. Fal'kevich B.S. [Economic and traction characteristics of the vehicle with the progressive transfer]. *Avtomobil'*, 1951, no. 1, pp. 4–5. (In Russian)

4. Wescott T. PID Without a PhD. Available at: http://www.techonline.com/electrical-engineers/education-training/tech-papers/4125883/PID-Without-a-PhD (accessed 23 August 2016).

5. Petrov V.A. [Automatic control of continuously variable transmission for self-propelled vehicles]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1968. 384 p. (In Russian)

6. [GOST 14846-81. Automobile engines. Methods of bench tests]. Moscow, Izdatel›stvo standartov Publ., 2003. 41 p. (In Russian)

7. Endachev D.V., Konev A.D. [Challenges and use of automobile microprocessors]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 2 (265), pp. 93–99. (In Russian)

8. Kutenev V.F. [Compare performance of internal combustion engines by means of universal characteristics]. *Uchenye zapiski Yaroslavskogo tekhnologicheskogo instituta*, 1961, vol. VII, pp. 327–333. (In Russian)

9. Demyanenko A. [PID control on practical examples]. Moscow, Copyright Publ., 2007. 19 p. (In Russian)

Konev A.D. [Microprocessor controlling system of a vehicle power unit]. *Trudy NAMI*, 2016, no. 3 (266), pp. 104–110. (In Russian)