

## ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ Научно-практический журнал

Выходит с 1930 года



# ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Ведущий журнал отрасли тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, публикующий объективную и всеобъемлющую информацию на самые актуальные темы:

- создание новых машин и оборудования для агропромышленного комплекса;
- проблемы регионального сельхозмашиностроения;
- эффективные отечественные и зарубежные технологии;
- рынок сельскохозяйственной техники;
- новости агросервиса;
- результаты испытания машин;
- фактические данные по качеству и надёжности с.-х. техники;
- советы механизаторам;
- предложения зарубежных фирм

Тракторы и сельхозмашины, № 03, 2021  
Научное и техническое редактирование: к.т.н., проф. А. В. Лепёшкин  
Редактор: А. В. Куркова  
Компьютерная верстка: Ю. С. Акульшина  
Дизайн обложки: М. С. Кузьменко  
Фотография на обложке взята из открытых источников  
Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60х90/8  
Усл. печ. л. 7,0 Тираж 500 экз. Заказ № \_\_\_\_\_  
Отпечатано в типографии Издательства Московского Политеха

Адрес издательства: 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, 1 6

Сайт: [www.mospolytech.ru](http://www.mospolytech.ru)  
E-mail: [izdat.mospolytech@yandex.ru](mailto:izdat.mospolytech@yandex.ru)

№ 03 • 2021



[WWW.MOSPOLYTECH.RU](http://WWW.MOSPOLYTECH.RU)



ВЕДУЩИЙ ЖУРНАЛ ОТРАСЛИ ТРАКТОРНОГО  
И СЕЛЬХОЗХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

ISSN 0321-4443



9 770321 444005

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3

[WWW.MOSPOLYTECH.RU](http://WWW.MOSPOLYTECH.RU)



# ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

## TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINERY

---

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

Издается с февраля 1930 г.

# 3•2021

Выходит 6 раз в год

ISSN 0321-4443

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3

### Учредитель

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

---

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 14.04.2017  
ПИ № ФС77-69443

---

Журнал входит в перечень ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней, а также в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

### Издатель

Московский Политех

Адрес издательства:

115280, Москва, Автозаводская, 16  
Тел. (495) 276-33-67  
E-mail: [izdat.mospolytech@yandex.ru](mailto:izdat.mospolytech@yandex.ru)  
Сайт: [www.mospolytech.ru](http://www.mospolytech.ru)

---

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении по каталогу «Пресса России» – индекс 27863, а также в агентствах: «Информнаука», тел. (495) 787-38-73, [gladkih@viniti.ru](mailto:gladkih@viniti.ru); «Урал-Пресс», тел. (495) 789-86-36, [e\\_timoshenkova@ural-press.ru](mailto:e_timoshenkova@ural-press.ru); «МК-Периодика», тел. (495) 672-70-89, [chernous@periodicals.ru](mailto:chernous@periodicals.ru)

---

Перепечатка материалов из журнала возможна при обязательном письменном согласии редакции.  
При перепечатке ссылка на журнал «Тракторы и сельхозмашины» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

За приводимые в статьях факты, точность расчетов и экспериментальных данных, а также за точность цитирования и ссылок на источники ответственность несут авторы.

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**КАМИНСКИЙ Валерий Наумович** – профессор, доктор технических наук; профессор Московского политехнического университета, член Экспертного совета ветеранов (старейшин) отрасли поршневого двигателестроения России; заслуженный работник промышленности Московской области (Москва, Россия)

## ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

**ЛЕПЁШКИН Александр Владимирович** – профессор, кандидат технических наук; профессор Московского политехнического университета, доцент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**БАХМУТОВ Сергей Васильевич** – профессор, доктор технических наук; заместитель генерального директора по научной работе Государственного научного центра РФ «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт „НАМИ“» (Москва, Россия)

**ГОДЖАЕВ Захид Адыгезалович** – член-корреспондент РАН, профессор, доктор технических наук; заместитель директора по инновационной и внедренческой деятельности Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Москва, Россия)

**ГОРОДЕЦКИЙ Константин Исаакович** – профессор, доктор технических наук; профессор Московского политехнического университета; заслуженный машиностроитель РФ (Москва, Россия)

**ДЕВЯНИН Сергей Николаевич** – профессор, доктор технических наук; профессор Российского государственного аграрного университета – МСХА (Московская сельскохозяйственная академия) имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

**ЕРОХИН Михаил Никитьевич** – академик РАН, доктор технических наук; профессор Российского государственного аграрного университета – МСХА (Московская сельскохозяйственная академия) имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

**ЖАЛНИН Эдуард Викторович** – профессор, доктор технических наук; заведующий отделом Федерального научного агроинженерного центра ВИМ; заслуженный деятель науки РФ (Москва, Россия)

**ИЗМАЙЛОВ Андрей Юрьевич** – академик РАН, доктор технических наук; директор Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Москва, Россия)

**КОВАЛЁВ Михаил Михайлович** – доктор технических наук; научный руководитель Федерального научного центра лубяных культур; заслуженный изобретатель РФ (Тверь, Россия)

**КОТИЕВ Георгий Олегович** – профессор, доктор технических наук; заведующий кафедрой Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана; заслуженный деятель науки РФ (Москва, Россия)

**КУТЬКОВ Геннадий Михайлович** – профессор, доктор технических наук; профессор Российского государственного аграрного университета – МСХА (Московская сельскохозяйственная академия) имени К.А. Тимирязева; заслуженный деятель науки и техники РФ (Москва, Россия)

**ЛАЧУГА Юрий Фёдорович** – академик РАН, доктор технических наук; академик-секретарь Отделения сельскохозяйственных наук РАН, председатель Экспертного совета Отделения сельскохозяйственных наук РАН (Москва, Россия)

**ЛОБАЧЕВСКИЙ Яков Петрович** – академик РАН, доктор технических наук; первый заместитель директора Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (Москва, Россия)

**ЛЯШЕНКО Михаил Вольфредович** – профессор, доктор технических наук; заведующий кафедрой Волгоградского государственного технического университета (Волгоград, Россия)

**МАРЧЕНКО Андрей Петрович** – профессор, доктор технических наук; проректор по научной работе НТУ ХПИ (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»), заместитель главы Совета проректоров по научной работе ВУЗов Украины, академик Академии высшей школы Украины, член-корреспондент Инженерной академии Украины (Харьков, Украина)

**НАТРИАШВИЛИ Тамаз Мамиевич** – академик Национальной академии наук Грузии, профессор, доктор технических наук; директор Института механики машин им. Р. Двали (ИММ); лауреат Национальной премии Грузии в области науки (Тбилиси, Грузия)

**ПРЕДИГЕР Виктор** – профессор, доктор технических наук; профессор Университета прикладных наук (Оснабрюк, Германия)

**СКВОРЦОВ Аркадий Алексеевич** – профессор, доктор физико-математических наук; проректор по исследованиям и разработкам Московского политехнического университета (Москва, Россия)

**СОЛОВЬЁВ Рудольф Юрьевич** – доцент, кандидат технических наук; директор Центра сельскохозяйственного машиностроения Государственного научного центра РФ «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт „НАМИ“» (Москва, Россия)

**СТАСИЛЕВИЧ Андрей Георгиевич** – генеральный конструктор ОАО «МТЗ» (Минский тракторный завод) (Минск, Беларусь)

**ФОМИН Валерий Михайлович** – профессор, доктор технических наук; профессор Московского политехнического университета, член Экспертного совета ветеранов (старейшин) отрасли поршневого двигателестроения России (Москва, Россия)

**ФУКС Кристиан** – доктор технических наук; менеджер проекта по системам больших двигателей международной инженеринговой компании AVL List (Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List – «Институт двигателей внутреннего сгорания „Лист“») (Грац, Австрия)

**ШУМАН Олаф** – генеральный директор ООО «ФЭВ Рус» международной инженеринговой компании FEV (Forschungsgesellschaft für Energietechnik und Verbrennungsmotoren – «Исследовательская компания по силовым агрегатам и двигателям внутреннего сгорания») (Аахен, Германия)

## EDITOR-IN-CHIEF

**Valery N. KAMINSKY** – Professor, DSc in Engineering; Professor of Moscow Polytechnic University, Member of the Veterans (Elders) Expert Council of the Russian Piston Engine Industry; Honorary Worker of Industry of the Moscow Region (Moscow, Russia)

## EXECUTIVE EDITOR

**Alexander V. LEPESHKIN** – Professor, PhD in Engineering; Professor of Moscow Polytechnic University, Associate Professor of Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russia)

## EDITORIAL BOARD MEMBERS

**Sergey V. BAKHMUTOV** – Professor, DSc in Engineering; Professor, Deputy CEO for Research of the State Research Center of the Russian Federation NAMI (Moscow, Russia)

**Zakhid A. GODZHAEV** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, DSc in Engineering; Deputy Director for Innovation and Implementation Activities of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Moscow, Russia)

**Konstantin I. GORODETSKIY** – Professor, DSc in Engineering; Professor of Moscow Polytechnic University; Honorary Mechanical Engineer of the Russian Federation (Moscow, Russia)

**Sergey N. DEVYANIN** – Professor, DSc in Engineering; Professor of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russia)

**Mikhail N. YEROKHIN** – Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc in Engineering; Professor of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russia)

**Eduard V. ZHALNIN** – Professor, DSc in Engineering; Head of the Department of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM; Honorary Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)

**Andrey Yu. IZMAYLOV** – Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc in Engineering; Director of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Moscow, Russia)

**Mikhail M. KOVALEV** – DSc in Engineering; Research Advisor of the Federal Scientific Center for Bast Crops; Honorary Inventor of the Russian Federation (Tver, Russia)

**George O. KOTIEV** – Professor, DSc in Engineering; Head of the Department of Bauman Moscow State Technical University; Honorary Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)

**Gennadiy M. KUTKOV** – Professor, DSc in Engineering; Professor of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Honorary Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)

**Yury F. LACHUGA** – Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc in Engineering; Academician-Secretary of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Expert Council of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

**Yakov P. LOBACHEVSKIY** – Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc in Engineering; First Deputy Director of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Moscow, Russia)

**Mikhail V. LYASHENKO** – Professor, DSc in Engineering; Head of the Department of Volgograd State Technical University (Volgograd, Russia)

**Andriy P. MARCHENKO** – Professor, DSc in Engineering; Vice-Rector for Scientific-and-Research Work of National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute; Deputy Head of the Council of Vice-Rectors for Scientific and Research Work of Universities of Ukraine, Full Member of the Academy of Higher School of Ukraine, Corresponding Member of the Engineering Academy of Ukraine (Kharkiv, Ukraine)

**Tamaz M. NATRIASHVILI** – Full Member of the Georgian National Academy of Sciences, Professor, DSc in Engineering; Director of Rafiel Dvali Institute of Machine Mechanics (IMM); Laureate of the Georgian National Prize in Science (Tbilisi, Georgia)

**Viktor PREDIGER** – Professor, DSc in Engineering (Dr.-Ing.); Professor of Osnabrück University of Applied Sciences (Osnabrück, Germany)

**Arkadiy A. SKVORTSOV** – Professor, DSc in Physics and Mathematics; Vice-President for Research and Development of Moscow Polytechnic University (Moscow, Russia)

**Rudolf Yu. SOLOVYEV** – Associate Professor, PhD in Engineering; Director of the Center for Agricultural Engineering at the State Research Center of the Russian Federation NAMI (Moscow, Russia)

**Andrey G. STASILEVICH** – General Designer of Minsk Tractor Works (Minsk, Belarus)

**Valeriy M. FOMIN** – Professor, DSc in Engineering; Professor of Moscow Polytechnic University; Member of the Veterans (Elders) Expert Council of the Russian Piston Engine Industry (Moscow, Russia)

**Christian FUCHS** – DSc in Engineering; Project Manager for Large Engine Systems, International Engineering Company AVL List (Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List) (Graz, Austria)

**Olaf SCHUMANN** – CEO of LLC FEV Rus, International Engineering Company FEV (Forschungsgesellschaft für Energietechnik und Verbrennungsmotoren) (Aachen, Germany)

|                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Колонка главного редактора                                                                                                                                                                                 | Editor-in-Chief's Column                                                                                                                                                                                                               | 5  |
| <b>СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ</b>                                                                                                                                                                                    | <b>PAGES OF HISTORY</b>                                                                                                                                                                                                                |    |
| <b>Кутьков Г.М.</b><br>К вопросу развития теории трактора                                                                                                                                                  | <b>Kut'kov G.M.</b><br>The development of tractor theory                                                                                                                                                                               | 6  |
| <b>ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>                                                                                                                                                       | <b>ENVIRONMENTALLY CLEAN TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT</b>                                                                                                                                                                                |    |
| <b>Годжаев З.А., Ляшенко М.В., Шеховцов В.В., Потапов П.В., Долотов А.А., Искалиев А.И.</b><br>Экспериментальное определение параметров характеристики подвески сиденья для автотракторной техники         | <b>Godzhayev Z.A., Lyashenko M.V., Shekhovtsov V.V., Potapov P.V., Dolotov A.A., Iskaliyev A.I.</b><br>Experimental determination of the parameters of the characteristics of the seat suspension for automotive vehicles              | 20 |
| <b>НОВЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>                                                                                                                                                                         | <b>NEW MACHINES AND EQUIPMENT</b>                                                                                                                                                                                                      |    |
| <b>Вербицкий В.В., Погосян В.М.</b><br>Моторный тормоз компрессорного типа                                                                                                                                 | <b>Verbitskiy V.V., Pogosyan V.M.</b><br>Compressor type engine brake                                                                                                                                                                  | 27 |
| <b>ТЕОРИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ</b>                                                                                                                                                                  | <b>THEORY, DESIGN, TESTING</b>                                                                                                                                                                                                         |    |
| <b>Баловнев Н.П., Бровкина Ю.И., Дмитриева Л.А.</b><br>Клиноременные передачи сельскохозяйственных машин                                                                                                   | <b>Balovnev N.P., Brovkina YU.I., Dmitrieva L.A.</b><br>V-belt transmissions of agricultural machines                                                                                                                                  | 31 |
| <b>Хабардин С.В., Поляков Г.Н., Шуханов С.Н.</b><br>Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники                                                                              | <b>Habardin S.V., Polyakov G.N., Shukhanov S.N.</b><br>New technical device for traction tests of autotractor equipment                                                                                                                | 37 |
| <b>Сиротин П.В., Лебединский И.Ю., Жилейкин М.М.</b><br>Математическая модель системы поддрессоривания кабины зерно- и кормоуборочных комбайнов с учетом динамических свойств несущей системы              | <b>Sirotin P.V., Lebedinskiy I.YU., Zhileykin M.M.</b><br>Mathematical model of the cabin suspension system for grain and forage harvesters taking into account the dynamic properties of the supporting system                        | 42 |
| <b>КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ</b>                                                                                                                                                                                | <b>QUALITY, RELIABILITY</b>                                                                                                                                                                                                            |    |
| <b>Драгомиров С.Г., Эйдель П.И., Гамаюнов А.Ю., Драгомиров М.С.</b><br>Физико-химические характеристики твердых частиц загрязнений в охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей            | <b>Dragomirov S.G., Eydel P.I., Gamayunov A.YU., Dragomirov M.S.</b><br>Physico-chemical characteristics of particulate contamination in the coolant for automobile and tractor engines                                                | 53 |
| <b>Дементьев В.Б., Засыпкин А.Д., Стерхов М.Ю., Чуркин А.В.</b><br>Установка винтового обжата УВО 20-50 для упрочнения и калибровки цилиндрических деталей и заготовок сельскохозяйственной техники        | <b>Dement'yev V.B., Zasypkina A.D., Sterkhov M.YU., Churkin A.V.</b><br>Installation of screw reduction UVO 20-50 for hardening and calibration of cylindrical parts and billets of agricultural machinery                             | 62 |
| <b>ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>                                                                                                                                                    | <b>ECONOMICS, ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF MANUFACTURING</b>                                                                                                                                                                         |    |
| <b>Козарез И.В., Михальченкова М.А., Лавров В.И., Перепечина Ю.И.</b><br>Влияние армирования долотообразной области лемеха на изменение геометрических параметров лучевидного износа в период эксплуатации | <b>Kozarez I.V., Mikhal'chenkova M.A., Lavrov V.I., Perepechina YU.I.</b><br>The influence of the reinforcement of the chisel-shaped area of the ploughshare on the change in the geometric parameters of radial wear during operation | 69 |

*Дорогие друзья!*

В третьем номере за 2021 год цикл публикаций об истории нашего журнала и отрасли, отечественной промышленности и науки, а также о выдающихся личностях, которые олицетворяют эту историю, продолжает статья Геннадия Михайловича Кутькова, заслуженного деятеля науки и техники РФ, посвятившего свою жизнь развитию советского и российского тракторостроения.

Выпускник Харьковского политехнического института, Геннадий Михайлович работал конструктором на Харьковском тракторном заводе, потом в ВИМе, в НАТИ (заведующим лабораторией и отделом). Он является членом авторского коллектива, создавшего первый скоростной гусеничный трактор Т-75, автором научных монографий, учебника и учебных пособий по теории трактора.

В статье Г.М. Кутькова рассказывается об основных разработках автора в области теории трактора, в частности о тяговой динамике трактора, модульных энерго-технологических средствах и блочно-модульной системе агрегатирования трактора, методе оптимизации типажа тракторов, и о некоторых других его работах. Воспоминания авторитетного ученого и практика представляют профессиональный и исторический интерес и, безусловно, заслуживают внимания читателей журнала.

*В.Н. Каминский,  
д.т.н., профессор, главный редактор  
журнала «Тракторы и сельхозмашины»*

*Dear friends!*

The third issue of year 2021 with a series of publications about the history of our journal and industry, domestic industry and science, as well as outstanding personalities, who create this history, continues by the article of Gennadiy M. Kutkov, the Honorary Scientist of the Russian Federation, who devoted his life to development of Soviet and Russian tractor construction.

Being a graduate of the Kharkov Polytechnic Institute, he worked as a designer at the Kharkov Tractor Plant, then at VIM, at NATI (on the position of head of the laboratory and department). He is a member of the team of authors who created the first high-speed caterpillar tractor T-75, the author of scientific monographs, textbooks and teaching guides on the theory of tractor.

The article tells about the main developments of the author in the field of tractor theory, in particular about the traction dynamics of a tractor, modular energy-technological facilities and a block-modular tractor aggregation system, a method for optimizing the type of tractors, and about some of his other works. The memoirs of an authoritative scientist and practice are of professional and historical interest and, of course, deserve the attention of the readers of the journal.

*Valery N. Kaminskiy,  
DSc in Engineering,  
Editor-in-Chief of the Tractors and Agricultural Machinery journal*

РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ,  
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ДАННОМ НОМЕРЕ ЖУРНАЛА  
ABSTRACTS OF THE PAPERS

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ  
PAGES OF HISTORY

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-6-19

***К вопросу развития теории трактора***

***The development of tractor theory***

д.т.н. Кутьков Г.М.

РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,  
Россия  
gkutkow@yandex.ru

G.M. Kut'kov, DSc in Engineering

Russian State Agrarian University - Moscow  
Timiryazev Agricultural Academy, Moscow,  
Russia  
gkutkow@yandex.ru

В статье рассмотрены основные разработки автора в области теории трактора: тяговая динамика трактора; модульные энерготехнологические средства и блочно-модульная система агрегатирования трактора; метод оптимизации типажа трактора, а также внедренная в производство камера сгорания двигателя Д-75 и ГОСТ на испытания сельскохозяйственных тракторов.

***Ключевые слова:*** трактор, двигатель, компьютер, сила, момент, мощность, энергонасыщенность, моделирование, тяговая динамика, технический уровень, технологический уровень, технологические свойства, типаж тракторов,

***Для цитирования:*** Кутьков Г.М. К вопросу развития теории трактора // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 6-19. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-6-19

The article discusses the main developments of the author in the field of tractor theory, which were published at different times and in different editions of technical literature, including *Tractors and Agricultural Machinery* journal. These are traction dynamics of the tractor; modular energy technology facilities and block-modular tractor aggregation system; a method for optimizing the type of a tractor, as well as the combustion chamber of the D-75 engine implemented in production and GOST for testing agricultural tractors.

***Keywords:*** tractor, engine, computer, power, moment, power, energy saturation, modeling, traction dynamics, technical level, technological level, technological properties, type of tractors.

***Cite as:*** G.M. Kut'kov The development of tractor theory. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 6-19 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-6-19

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ENVIRONMENTALLY CLEAN TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT**

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-20-26

**Экспериментальное определение параметров характеристики подвески сиденья  
для автотракторной техники**

**Experimental determination of the parameters of the characteristics of the seat  
suspension for automotive vehicles**

Член-корр. РАН, д.т.н. Годжаев З.А.<sup>1</sup>,  
 д.т.н. Ляшенко М.В.<sup>2</sup>,  
 д.т.н. Шеховцов В.В.<sup>2</sup>,  
 к.т.н. Потапов П.В.<sup>2</sup>,  
 Долотов А.А.<sup>2</sup>,  
 к.т.н. Искалиев А.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный научный  
агроинженерный центр (ВИМ)», Москва,  
Россия, fic51@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский  
государственный технический университет»  
(ВолгГТУ), Волгоград, Россия  
shehovtsov@vstu.ru

Z.A. Godzhayev<sup>1</sup>, Dsc in Engineering,  
Corresponding member of the Russian Academy  
of Sciences

M.V. Lyashenko<sup>2</sup>, Dsc in Engineering  
V.V. Shekhovtsov<sup>2</sup>, Dsc in Engineering  
P.V. Potapov<sup>2</sup>, PhD in Engineering  
A.A. Dolotov<sup>2</sup>,  
A.I. Iskaliyev<sup>2</sup>, PhD in Engineering

<sup>1</sup>Federal Agroengineering Center VIM, Moscow,  
Russia

fic51@mail.ru,  
<sup>2</sup>Volgograd State Technical University,  
Volgograd, Russia  
shehovtsov@vstu.ru

В данной статье описана методика и результаты экспериментального определения статической упругодемпфирующей характеристики пневматической подвески сиденья фирмы «Sibeco» с ножничным направляющим механизмом. Для реализации процедуры измерений в лабораторных условиях использовалось стендовое оборудование, включающее в себя компрессорную установку (система питания) с контрольным манометром, измерительное устройство (штангенрейсмас) для фиксации линейных перемещений и эталонные грузы. Измерения проводились ступенчато при различных фиксируемых значениях давления воздуха в пневматическом упругом элементе, а также при наличии или отсутствии штатного нерегулируемого гидравлического амортизатора в конструкции рассматриваемой системы поддрессирования сиденья. Весь процесс получения необходимых параметров соответствовал рекомендациям официальной отечественной нормативной документации, которая устанавливает регламенты по общим техническим условиям проектирования сидений для автотракторной техники. Полученные кривые статической характеристики подвески сиденья были проанализированы, в том числе на предмет присутствия характера нелинейности на разных определенных участках характеристики. На основе этих результатов также были рассчитаны значения параметров жесткости, частоты собственных колебаний и сил сопротивления (сил «сухого трения») на ходах сжатия и отбоя подвески сиденья для определенных условий измерений. Дополнительно проведена оценка на соответствие этих параметров нормативным показателям отечественных технических стандартов. Также были построены и проанализированы зависимости мгновенных значений жесткости рассматриваемой пневматической подвески сиденья фирмы «Sibeco» от деформации при различных давлениях воздуха в пневматическом упругом элементе. Даны рекомендации по эксплуатации данного устройства для поддрессирования сидений операторов автотракторной техники.

**Ключевые слова:** подвеска сиденья, упругодемпфирующая характеристика, определение параметров, экспериментальные исследования

**Для цитирования:** Годжаев З.А., Ляшенко М.В., Шеховцов В.В., Потапов П.В., До-



лотов А.А., Искалиев А.И. Экспериментальное определение параметров характеристики подвески сиденья для автотракторной техники // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 20-26. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-20-26

This article describes the methodology and results of the experimental determination of the static-elastic damping characteristics of the Sibeco air suspension with a scissor guide mechanism. To implement the measurement procedure in laboratory conditions, bench equipment, including a compressor unit (power system) with a control pressure gauge, a measuring device (height gauge) for fixing linear displacements and reference weights, was used. The measurements were carried out stepwise at various fixed values of air pressure in the pneumatic elastic element, as well as in the presence or absence of a standard unregulated hydraulic shock absorber in the design of the considered seat suspension system. The whole process of obtaining the necessary parameters was held in accordance with the recommendations of the official domestic regulatory documentation, which establishes regulations on the general technical conditions for the design of seats for automotive vehicles. There were analyzed the obtained curves of the static characteristics of the seat suspension, including for the presence of a character of nonlinearity in different specific sections of the characteristic. Based on these results, the values of the parameters of stiffness, natural frequency and resistance forces ("dry friction" forces) were calculated during the compression and rebound strokes of the seat suspension for certain measurement conditions. Additionally, an assessment for the compliance of these parameters with the normative indicators of domestic technical standards was made. Also, the dependences of the instantaneous values of the stiffness of the considered air suspension of the Sibeco seat on deformation at various air pressures in the pneumatic elastic element were constructed and analyzed. Recommendations on the operation of this device for cushioning the seats of operators of motor and tractor equipment were given.

**Keywords:** *seat suspension, elastic damping characteristic, parameter determination, experimental research.*

**Cite as:** Z.A. Godzhayev, M.V. Lyashenko, V.V. Shekhovtsov, P.V. Potapov, A.A. Dolotov, A.I. Iskaliyev Experimental determination of the parameters of the characteristics of the seat suspension for automotive vehicles. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 20-26 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-20-26

## НОВЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ NEW MACHINES AND EQUIPMENT

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-27-30

### ***Моторный тормоз компрессорного типа***

#### ***Compressor type engine brake***

к.т.н. Вербицкий В.В.,  
к.т.н. Погосян В.М.

*Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина,  
Краснодар, Россия  
pogosyn@gmail.com*

V.V. Verbitskiy, PhD in Engineering  
V.M. Pogosyan, PhD in Engineering

*Kuban State Agrarian University n.a. Ivan T.  
Trubilin, Krasnodar, Russia  
pogosyn@gmail.com*

Уровень аварийности на автомобильном транспорте сохраняется недопустимо высоким и для его снижения необходимо учитывать все факторы, влияющие на этот процесс. В этом отношении особого внимания заслуживает процесс длительного торможения, негативные проявления которого требуют создания дополнительных тормозных систем (тормозов-

замедлителей) для автомобилей, работающих в горной местности, прежде всего, в области пассажирских перевозок.

Трансмиссионные тормоза-замедлители, обеспечивающие достаточную эффективность торможения, обладают рядом недостатков, которые сдерживают их применение. Существующие моторные тормоза-замедлители обеспечивают недостаточное замедление и в Кубанском государственном аграрном университете (КубГАУ) были проведены исследования по повышению их эффективности.

Для этого после теоретического анализа был экспериментально исследован режим компрессорного тормоза, при котором повышенное давление создавалось во впускном коллекторе и в конце такта сжатия воздух из цилиндра выпускался через специальный клапан обратно в систему, за счет чего и создавался эффект торможения.

Проведенные эксперименты подтвердили возможность существенного повышения тормозного момента двигателя на режиме компрессорного тормоза, когда закрыты обе заслонки - выхлопная после выхлопного коллектора и впускная перед карбюратором, а во впускной коллектор подается сжатый воздух под различным давлением. Тогда тормозной момент возрастает по сравнению с торможением двигателем более чем в 3 раза.

**Ключевые слова:** *тормоз-замедлитель, заслонка, сжатый воздух, эффективность торможения, тормозной момент, число оборотов.*

**Для цитирования:** Вербицкий В.В., Погосян В.М. Моторный тормоз компрессорного типа // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 27-30. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-27-30

The accident rate in road transport remains unacceptably high, and in order to reduce it, it is necessary to take into account all the factors affecting this process. In this regard, the process of long-term braking deserves special attention, which negative processes require the creation of additional braking systems (retarder brakes) for vehicles operating in mountainous areas, primarily in the field of passenger transportation.

Transmission retarder brakes that provide sufficient braking performance have a number of disadvantages that inhibit their use. Existing engine retarder brakes provide insufficient deceleration, and studies were carried out at the Kuban State Agrarian University (KubSAU) to improve their efficiency.

After a theoretical analysis, the compressor brake mode was experimentally investigated. The increased pressure was created in the intake manifold and at the end of the compression stroke, air from the cylinder was released through a special valve back into the system, due to which the braking effect was created.

The carried out experiments confirmed the possibility of a significant increase in the engine braking torque in the compressor brake mode, when both valves are closed - the exhaust after the exhaust manifold and the intake in front of the carburetor, and compressed air is supplied to the intake manifold at different pressures. Then the braking torque increases in comparison with engine braking by more than 3 times.

**Keywords:** *retarder, damper, compressed air, braking efficiency, braking torque, speed.*

**Cite as:** V.V. Verbitskiy, V.M. Pogosyan Compressor type engine brake. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 27-30 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-27-30

ТЕОРИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ  
THEORY, DESIGN, TESTING

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-31-36

*Клиноременные передачи сельскохозяйственных машин*

*V-belt transmissions of agricultural machines*

к.т.н. Баловнев Н.П.,  
к.т.н. Бровкина Ю.И.,  
Дмитриева Л.А.

*Московский политехнический университет,  
Москва, Россия  
dmbalovnev@mami.ru*

N.P. Balovnev PhD in Engineering  
Y.I. Brovkina PhD in Engineering  
L.A. Dmitrieva

*Moscow Polytechnic University, Moscow,  
Russia  
dmbalovnev@mami.ru*

Статья посвящена анализу конструктивных особенностей и условий эксплуатации клиноременных передач сельскохозяйственных машин. При конструировании этих передач рекомендовано отдавать предпочтение передачам, выполненным по открытой схеме или с натяжным роликом, расположенным вне контура ремня, избегать перекрестные и полу перекрестные передачи, а также многошківные передачи с перекрещивающимися осями валов. Шире использовать более прогрессивные виды ремней. Показано, что особенности клиноременных передач сельскохозяйственных машин требуют уточнения методик расчёта передач с прогрессивными видами клиновых ремней и автоматическими способами натяжения ремня. Отмечено, что особое внимание следует уделять передачам многопрофильными ремнями, расчет которых не нашел достаточного отражения в отечественных нормативных документах. Преимущества таких ремней особенно заметно проявляются при переменной и ударной нагрузке.

На основе анализа даны рекомендации по уточнению расчета ремненных передач с многопрофильными ремнями. Предложены аналитические зависимости для определения величины номинальной мощности, передаваемой одним ремнем (ручьём) многопрофильного ремня, позволяющие автоматизировать расчет клиноременных передач сельскохозяйственных машин. Для передач с натяжным или направляющим роликом, добавляющих лишней (иногда обратный) перегиб ремня, коэффициент, учитывающий разную степень изгиба на шківвах предложено определять по графику, построенному с учетом линейной гипотезы суммирования повреждений.

Рекомендовано расчет передач с подпружиненными натяжными роликами и проектирование натяжных устройств таких передач проводить по специальной методике, учитывающей способ натяжения ремня. При этом необходимая величина предварительного натяжения ремня может быть значительно снижена, что положительно скажется на его ресурсе, без потери тяговой способности самой передачи. Приведены выражения для нахождения величины предварительного натяжения ремней, как для передач с натяжением за счет упругости ремня, так и для передач с подпружиненными натяжными роликами. Сформулированы выводы и направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** *ременная передача, клиновой многопрофильный ремень, нагрузка, ресурс, тяговая способность, натяжение ремня.*

**Для цитирования:** Баловнев Н.П., Бровкина Ю.И., Дмитриева Л.А. Клиноременные передачи сельскохозяйственных машин // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 31-36. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-31-36

The article is devoted to the analysis of design features and operating conditions of V-belt transmissions of agricultural machinery. When designing these gears, it is recommended to give preference to gears made according to an open circuit or with a tension roller located outside the belt con-

tour, to avoid cross and semi-cross gears, as well as multi-pulley gears with crossing shaft axles. To make the wider use of more progressive types of belts. It was shown that the features of V-belt transmissions of agricultural machinery require clarification of the methods for calculating transmissions with progressive types of V-belts and automatic belt tensioning methods. It was noted that special attention should be paid to transmissions with multi-profile belts, which calculation has not been sufficiently reflected in domestic regulatory documents. The advantages of such belts are especially noticeable under variable and shock loading.

Based on the analysis, the recommendations for clarifying the calculation of belt drives with multi-profile belts were given. Analytical dependencies are proposed for determining the value of the nominal power transmitted by one belt (stream) of a multi-profile belt, allowing automation of the calculation of V-belt transmissions of agricultural machinery. For gears with a tension or guide roller that add an extra (sometimes reverse) bend of the belt, it is proposed to determine the coefficient taking into account different degrees of bending on the pulleys according to a graph built taking into account the linear hypothesis of summation of damages.

It is recommended to calculate gears with spring-loaded tensioning rollers and design tensioning devices for such transmissions using a special method that takes into account the belt tensioning method. At the same time, the required value of the pre-tension of the belt can be significantly reduced, which will have a positive effect on its resource, without losing the traction capacity of the transmission itself. Expressions are given for finding the value of the pre-tension of belts, both for gears with tension due to the elasticity of the belt, and for gears with spring-loaded tension rollers. Conclusions and directions for further research are formulated.

**Keywords:** *belt drive, multi-profile V-belt, load, resource, traction capacity, belt tension.*

**Cite as:** N.P.Balovnev, Y.I. Brovkina, L.A. Dmitrieva V-belt transmissions of agricultural machines. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 31-36 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-31-36

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-37-41

### ***Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники***

#### ***New technical device for traction tests of autotractor equipment***

к.т.н. Хабардин С.В.,  
к.т.н. Поляков Г.Н.,  
д.т.н. Шуханов С.Н.

S.V. Habardin, PhD in Engineering  
G.N. Polyakov, PhD in Engineering  
S.N. Shukhanov, DSc in Engineering

*Иркутский государственный аграрный университет, Иркутск, Россия,  
Shuhanov56@mail.ru*

*Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk, Russia,  
Shuhanov56@mail.ru*

Передовое сельскохозяйственное производство базируется на инновационные научные разработки. Приоритетное направление при этом отводится техническому обеспечению агропромышленного комплекса, позволяющего существенно повысить производительность труда в этой отрасли хозяйства, включая качество производимой продукции. Не составляет исключение в этом плане и автотракторная техника. Корректная работа, которой во многом зависит от ее своевременного и квалифицированного технического обслуживания, в том числе испытаний. Тяговые испытания машин позволяют установить и протестировать их тяговые характеристики, экономичность, качественные показатели функционирования основных узлов, а также систем управления. Предложено новое техническое средство (нагрузочная опора) для тяговых испытаний автотракторной техники, включающее в себя основание,

установленной на нем опорно-тормозной плиты для размещения на нем испытываемую технику и тягово-тормозное устройство. Конструкция опорно - тормозной плиты изготовлено в виде беговой дорожки. Основание изготовлено с возможностью монтажа в нем тяговотормозного приспособления и сделано в виде углубления с небольшим уступом в донной части. Тягово-тормозное приспособление состоит из двух стоек и опорных досок, изготовленных по форме параллелепипеда. Передняя стойка закреплена с элемента передней стенки основания. Задняя стойка смонтирована на небольшом уступе со стороны задней стенки основания. Конструкции нижней части передней стойки, а также верхней части задней стойки прочно скреплены с лонжероном посредством раскосов. Слева и справа от установленных стоек имеются фиксаторы в форме брусков. Преимущества нового технического устройства для тяговых испытаний автотракторной техники выражаются в улучшении эксплуатационных свойств посредством уменьшенных массогабаритных характеристик, более простой конструкции, а также малого объема подготовительных работ.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное производство, тяговые испытания, техническое устройство, автотракторная техника.

**Для цитирования:** Хабардин С.В., Поляков Г.Н., Шуханов С.Н. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 37-41. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-37-41

Advanced agricultural production is based on innovative scientific developments. The priority direction is given to the technical support of the agro-industrial complex, which makes it possible to significantly increase labor productivity in this sector of the economy, including the quality of products. Autotractor equipment is not an exception in this regard. Its correct operation largely depends on its timely and qualified maintenance, including tests. Traction tests of machinery make it possible to establish and test their traction characteristics, economy, high-quality performance indicators of the main units, as well as control systems. A new technical means (load support) for traction tests of auto-tractor equipment is proposed. It includes a base, a support and brake plate installed on it for placing the tested equipment on it and a traction-braking device. The design of the support and brake plate is made in the form of a treadmill. The base is made with the possibility of mounting a traction-braking device in it and is made in the form of a recess with a small ledge in the bottom part. Traction-braking device consists of two bracings and support boards made in the form of parallelepiped. Front bracing is secured from base front wall element. The rear bracing is mounted on a small ledge on the side of the rear wall of the base. The structures of the lower part of the front pillar, as well as the upper part of the rear pillar, are firmly attached to the spar by braces. To the left and to the right of the installed bracings there are locks in the form of bars. The advantages of the new technical device for traction tests of autotractor equipment are expressed in the improvement of operational properties through reduced weight and size characteristics, simpler design, as well as small amount of preparatory work.

**Keywords:** agricultural production, traction tests, technical device, auto-tractor equipment.

**Cite as:** S.V. Habardin, G.N. Polyakov, S.N. Shukhanov New technical device for traction tests of autotractor equipment. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 37-41 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-37-41

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-42-52

**Математическая модель системы поддресоривания кабины зерно- и кормоуборочных комбайнов с учетом динамических свойств несущей системы**

**Mathematical model of the cabin suspension system for grain and forage harvesters taking into account the dynamic properties of the supporting system**

к.т.н. Сиротин П.В.<sup>1</sup>,  
Лебединский И.Ю.<sup>1</sup>,  
д.т.н. Жилейкин М.М.<sup>2</sup>

P.V. Sirotin<sup>1</sup>, PhD in Engineering  
I.YU. Lebedinskiy<sup>1</sup>,  
M.M. Zhileykin<sup>2</sup>, DSc in Engineering

<sup>1</sup> Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ) имени  
М.И. Платова, Новочеркасск, Ростовская  
область, Россия,

<sup>1</sup>Platov South-Russian State Polytechnic  
University, Novocherkassk, Russia

<sup>2</sup> Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана, Москва,  
Россия  
spv\_61@mail.ru

<sup>2</sup>Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia  
spv\_61@mail.ru

Работа посвящена исследованию вибрационное состояние рабочего места оператора транспортно-технологической машины с несущей системой, испытывающей в процессе эксплуатации крутильные и изгибные упругие деформации. На основе проведенных ранее экспериментальных исследований обоснована актуальность работы и поставлена цель, заключающаяся в разработке расчетной модели пространственных колебаний кабины на несущей системе в виде упругих консольных балок. Представлена оригинальная математическая модель колебаний кабины на упругом основании, в которой учитываются нелинейные упругие и диссипативные свойства конструкции несущей системы. Предложен вариант реализации разработанной математической модели на примере среды математического моделирования Mathcad. В качестве примера расчета динамических свойств несущей системы показан случай с использованием программного комплекса MSC Adams со встроенным конечно-элементным расчетным модулем Flex. Показано, что учет в модели динамических свойств несущей системы позволяет рассчитать вибронегруженность кабины с большой точностью и воспроизвести резонансные явления, обусловленные собственными формами колебаний несущей системы и возмущениями от технологических источников. Приведены результаты верификации расчетной модели на основе анализа сходимости значений полного скорректированного виброускорения в центре масс кабины зерноуборочного комбайна, а также спектров вибрации в линейных направлениях, полученных экспериментальным и расчетным методами. Предложены направления по разработке мер и технических решений улучшения вибронегруженности операторов транспортно-технологических машин, имеющих на борту активные источники силовых возмущений, а также несущую систему, испытывающую в процессе эксплуатации упругие деформации.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, кормоуборочный комбайн, плавность хода, стабилизация движения, виброизоляция, вибрационные нагрузки, безопасность рабочего места

**Для цитирования:** Сиротин П.В., Лебединский И.Ю., Жилейкин М.М. Математическая модель системы поддресоривания кабины зерно- и кормоуборочных комбайнов с учетом динамических свойств несущей системы // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 42-52. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-42-52

The paper is devoted to the study of the vibrational state of the operator's workplace of a transport-technological machine with a supporting system that undergoes torsional and bending elastic deformations during operation. Based on the previously carried experimental studies, the rel-

evance of the work was substantiated and the goal was set to develop a computational model of spatial vibrations of the cabin on a non-existent system in the form of elastic cantilever beams. An original mathematical model of cabin vibrations on an elastic foundation is presented. It takes into account the nonlinear elastic and dissipative properties of the supporting system structure. A variant of the implementation of the developed mathematical model using the example of the mathematical modeling environment Mathcad is proposed. As an example of calculating the dynamic properties of a bearing system, a case of using the MSC Adams software package with an integrated finite element calculation module Flex is shown. It is presented that taking into account the dynamic properties of the carrier system in the model makes it possible to calculate the vibration load of the cabin with high accuracy and reproduce the resonance phenomena caused by the natural modes of vibration of the carrier system and disturbances from technological sources. The results of the verification of the computational model based on the analysis of the convergence of the values of the full corrected vibration acceleration in the center of mass of the grain harvester cabin, as well as the vibration spectra in linear directions obtained by experimental and computational methods, are presented. Directions for the development of measures and technical solutions for improving the vibration load of operators of transport and technological machines who have active sources of power disturbances on board, as well as a supporting system that experiences elastic deformations during operation are proposed.

**Keywords:** *combine harvester, forage harvester, smoothness of movement, stabilization of movement, vibration isolation, vibration loading, workplace safety*

**Cite as:** P.V. Sirotin, I.YU. Lebedinskiy, M.M. Zhileykin Mathematical model of the cabin suspension system for grain and forage harvesters taking into account the dynamic properties of the supporting system. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 42-52 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-42-52

## КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ QUALITY, RELIABILITY

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-53-61

### **Физико-химические характеристики твердых частиц загрязнений в охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей**

#### ***Physicochemical characteristics of solid particles of contaminants in the coolant of automobile and tractor engines***

д.т.н. Драгомиров С.Г.<sup>1</sup>,  
Эйдель П.И.<sup>2</sup>,  
Гамаюнов А.Ю.<sup>2</sup>,  
к.т.н. Драгомиров М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
Владимир, Россия  
<sup>2</sup>ООО «НТЦ «АвтоСфера» при  
Владимирском государственном  
университете им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
Владимир, Россия  
ds33@bk.ru

S.G. Dragomirov <sup>1</sup>, DSc in Engineering,  
P.Ig. Eydel <sup>2</sup>,  
A.Yu. Gamayunov <sup>2</sup>,  
M.S. Dragomirov <sup>2</sup>, PhD in Engineering

<sup>1</sup>Vladimir State University, Vladimir, Russia,  
<sup>2</sup>LLC Scientific and technical center AvtoSfera  
at Vladimir State University, Vladimir, Russia  
ds33@bk.ru

В статье описаны результаты исследования физико-химических характеристик твердых

частиц загрязнений, присутствующих в охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей. Приведены данные по фракционному, физическому и химическому составу твердых частиц загрязнений. Установлено, что обобщенной причиной появления загрязнений различной природы в системах жидкостного охлаждения двигателей является физико-химическое взаимодействие охлаждающей жидкости (антифриза) с разными элементами и разнородными материалами системы охлаждения. Использование абсолютно чистой охлаждающей жидкости в системах охлаждения автомобильных и тракторных двигателей практически нереально, так как всегда будут существовать эксплуатационные условия, способствующие образованию загрязнений. В составе твердых частиц загрязнений охлаждающей жидкости обнаружен целый ряд химических элементов (в количестве от 1 до 47% (масс.) каждого элемента): железо Fe, кремний Si, алюминий Al, свинец Pb, олово Sn, цинк Zn, кальций Ca, магний Mg, медь Cu. Кроме этого в твердых загрязнениях присутствуют на уровне менее 1,0% (масс.) такие химические элементы, как калий K, натрий Na, титан Ti, фосфор P, сера S, хром Cr, молибден Mo, хлор Cl, иридий Ir, никель Ni, марганец Mn и др. Наиболее опасными составляющими загрязнений являются частицы железа Fe и кремния Si, содержащиеся в охлаждающей жидкости в количестве до 47 и 37% (масс.) соответственно, и обладающие значительной твердостью и угловатостью. Абразивные свойства частиц Fe и Si создают опасность удаления тонкой окисной пленки на внутренней поверхности стенок каналов радиаторов охлаждения, приводя их к преждевременному разрушению. В связи с этим делается вывод, что в составе автомобилей и тракторов должны быть использованы высокоэффективные фильтры охлаждающей жидкости двигателей, удаляющие эти загрязнения из потока.

**Ключевые слова:** автомобильные и тракторные двигатели, охлаждающая жидкость, загрязнения, твердые частицы, фракционный состав, химический состав.

**Для цитирования:** Драгомиров С.Г., Эйдель П.И., Гамаюнов А.Ю., Драгомиров М.С. Физико-химические характеристики твердых частиц загрязнений в охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 53-61. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-53-61

The article describes the results of a study of the physicochemical characteristics of solid particles of contaminants present in the coolant of automobile and tractor engines. The data on the fractional, physical and chemical composition of solid particles of contamination are given. It was established that the generalized reason for the appearance of contaminants of various nature in liquid cooling systems of engines is the physicochemical interaction of the coolant (antifreeze) with different elements and dissimilar materials of the cooling system. The use of absolutely pure coolant in the cooling systems of automobile and tractor engines is practically unrealistic, since there will always be operating conditions that contribute to the formation of contamination. A number of chemical elements (in an amount from 1 to 47% of each element) were found in the composition of solid particles of coolant contaminants: iron Fe, silicon Si, aluminum Al, lead Pb, tin Sn, zinc Zn, calcium Ca, magnesium Mg, copper Cu. In addition, at a level of less than 1.0% (wt.), Such chemical elements as potassium K, sodium Na, titanium Ti, phosphorus P, sulfur S, chromium Cr, molybdenum Mo, chlorine Cl, iridium Ir, nickel Ni, manganese Mn, etc. were found. The most dangerous contaminants are particles of iron Fe and silicon Si, contained in the coolant in an amount of up to 47 and 37%, respectively, and possessing significant hardness and angularity. The abrasive properties of Fe and Si particles create the danger of removing a thin oxide film on the inner surface of the walls of the cooling radiator channels, leading to their premature destruction. In this regard, it is concluded that high-performance engine coolant filters should be used in automobiles and tractors to remove these contaminants from the flow.

**Keywords:** automobile and tractor engines, coolant, pollution, contamination, solid particles, fractional composition, chemical composition.

**Cite as:** S.G. Dragomirov, P.Ig. Eydel, A.Yu. Gamayunov, M.S. Dragomirov Physicochemical characteristics of particulate contamination in the coolant for automobile and tractor



engines. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 53-61 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-53-61

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-62-68

***Установка винтового обжатия УВО 20-50 для упрочнения и калибровки цилиндрических деталей и заготовок сельскохозяйственной техники***

***Installation of screw reduction UVO 20-50 for hardening and calibration of cylindrical parts and billets of agricultural machinery***

д.т.н. Дементьев В.Б.,  
к.т.н. Засыпкин А.Д.,  
к.т.н. Стерхов М.Ю.,  
к.т.н. Чуркин А.В.

*Удмуртский федеральный  
исследовательский центр Уральского  
отделения РАН, Ижевск, Россия  
oka592@rambler.ru*

V.B. Dement'yev, DSc in Engineering  
A.D. Zasyepkin, PhD in Engineering  
M.YU. Sterkhov, PhD in Engineering  
A.V. Churkin, PhD in Engineering

*Udmurt Federal Research Center of the Ural  
Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Izhevsk, Russia  
oka592@rambler.ru*

Разработана установка винтового обжатия УВО 20-50 (диаметр упрочняемых изделий от 20 мм до 55 мм) с замкнутой системой охлаждения упрочненного проката с возможностью встраивания оборудования в производственную линию изготовления деталей. Установка УВО предназначена для формообразования и упрочнения цилиндрических деталей методом высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) с деформированием металла винтовым обжатием (ВО) и обеспечением технических характеристик изделий. Известно, что некоторые термомеханические способы упрочнения и производства проката, например, ВТМО сталей, по сравнению с обычными видами упрочняющей термической обработки, обеспечивают комплекс более высоких свойств: прочности, пластичности и сопротивления разрушению. Оценивая эффективность применения упрочняющей термомеханической обработки сортового проката для высоконагруженных деталей необходимо привлекать критерии механики разрушения, исследовать сопротивление хрупкому и циклическому разрушению стали при действии концентраторов напряжений, отрицательных температур и других сложных условий испытаний и эксплуатации. Учитывая повышенные свойства сталей с ВТМО становится возможным применение полых профилей взамен сплошной заготовки. Исследованные материалы и выявленные закономерности позволяют сделать вывод, что особотолстостенные полые детали, применение которых экономит металл и облегчает вес конструкций, должны рассматриваться не только в качестве полноценных заменителей сплошных, но и как имеющих преимущество перед последними, главным образом, в связи с их лучшей упрочняемостью при поверхностном наклепе и меньшей чувствительностью к концентрации напряжений при циклических нагрузках, что делает их более надежными в эксплуатации. Указанные результаты исследований обосновывают более широкое применение полых профилей для таких деталей сельхозтехники, как пальцы траков гусеницы, валов, осей, торсионов и других деталей различного назначения.

***Ключевые слова:*** *нагрев, деформация, охлаждение, высокотемпературная термомеханическая обработка, качество поверхности, точность, механические свойства, долговечность.*

***Для цитирования:*** Дементьев В.Б., Засыпкин А.Д., Стерхов М.Ю., Чуркин А.В. Установка винтового обжатия УВО 20-50 для упрочнения и калибровки цилиндрических деталей и заготовок сельскохозяйственной техники // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 62-68. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-62-68

A screw reduction unit UVO 20-50 (diameter of hardened products from 20 mm to 55 mm) with a closed cooling system for hardened rolled products with the ability to integrate equipment into a production line for manufacturing parts was developed. The UVO unit is intended for shaping and hardening of cylindrical parts by high-temperature thermomechanical treatment (HTMT) with metal deformation by screw compression (VO), ensuring the technical characteristics of products. It is known that some thermomechanical methods of hardening and production of rolled products, for example, steels HTMT, in comparison with conventional types of hardening heat treatment, provide a set of higher properties: strength, ductility and fracture resistance. Evaluating the efficiency of using the hardening thermomechanical treatment of long products for highly loaded parts, it is necessary to use the criteria of fracture mechanics, to study the resistance to brittle and cyclic fracture of steel under the action of stress concentrators, negative temperatures and other difficult test and operating conditions. Taking into account the increased properties of steels with HTMT, it becomes possible to use hollow sections instead of solid billets. The investigated materials and the revealed patterns allow authors to conclude that thick-walled hollow parts, which are used to save metal and lighten the weight of structures, should be considered not only as full-fledged substitutes for solid ones, but also as having an advantage over the latter, mainly due to their better hardenability at surface cold working and less sensitivity to stress concentration at cyclic loads, which makes them more reliable in operation. These research results substantiate the wider use of hollow profiles for such parts of agricultural machinery as track pins, shafts, axles, torsion bars and other parts for various purposes.

**Keywords:** *heating, deformation, cooling, high temperature thermomechanical treatment, surface quality, precision, mechanical properties, longevity.*

**Cite as:** V.B. Dement'yev, A.D. Zasytkin, M.YU. Sterkhov, A.V. Churkin Installation of screw reduction UVO 20-50 for hardening and calibration of cylindrical parts and billets of agricultural machinery. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 62-68 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-62-68

## ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ECONOMICS, ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF MANUFACTURING

DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-69-75

***Влияние армирования долотообразной области лемеха на изменение геометрических параметров лучевидного износа в период эксплуатации***

***The influence of the reinforcement of the chisel-shaped area of the ploughshare on the change in the geometric parameters of radial wear during operation***

к.т.н. Козарез И.В.,  
Михальченкова М.А.,  
Лавров В.И.,  
Перепечина Ю.И.

*ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянск, Россия*  
*mihalchenkov.alexandr@yandex.ru*

I.V. Kozarez, PhD in Engineering  
M.A. Mikhal'chenkova,  
V.I. Lavrov,  
YU.I. Perepechina

*Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia*  
*mihalchenkov.alexandr@yandex.ru*

Образование лучевидного износа является определяющим фактором при снятии лемехов с эксплуатации, т.е. данный вид износа относится к характеристикам предельного состояния детали. Отмечается, что динамика его образования и развития определенным образом влияет на разработку технических процессов восстановления лемехов. Однако процесс изнашива-

ния, в этом случае нельзя считать до конца изученным, поэтому работа посвящена исследованию вышеозначенного вопроса. Для исследований использовались опытные лемеха: в состоянии поставки; с армированной долотообразной частью эллипсовидными валиками; с армированной долотообразной частью валиками перпендикулярными к полевому обрезу; с армированной долотообразной частью валиками перпендикулярными к полевому обрезу и наплавкой заглубляющей части на длину около 100 мм. В результате экспериментов получены зависимости изменения ширины лучевидного износа в функции наработки и изменения глубины лучевидного износа в процессе пахоты. Дано объяснение процесса изнашивания при образовании лучевидного износа для всех исследуемых технологических вариантов. Выявлено, что изменение геометрических параметров лучевидного износа (ширина и глубина) в процессе зарождения и развития имеет единый характер и одинаков для всех технологических вариантов упрочнения наплавочным армированием, при этом наибольшее сопротивление образованию этого дефекта оказывает армирование путем формирования валиков перпендикулярно к траектории перемещения почвы с наплавкой заглубляющей части на длину 100 мм.

**Ключевые слова:** *наплавочное армирование, носок лемеха, лучевидный износ, геометрические параметры, эксплуатация.*

**Для цитирования:** Козарез И.В., Михальченкова М.А., Лавров В.И., Перепечина Ю.И. Влияние армирования долотообразной области лемеха на изменение геометрических параметров лучевидного износа в период эксплуатации // *Тракторы и сельхозмашины*. 2021. № 3. С. 69-75. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-69-75

The formation of radial wear is a decisive factor in the removal of shares from service, i.e. this type of wear refers to the characteristics of the limiting state of the part. It is noted that the dynamics of its formation and development in a certain way affects the development of technical processes for the restoration of plowshares. However, the process of wear, in this case, cannot be considered fully studied, therefore the work is devoted to the study of the above issue. Experienced plowshares were used for research: as delivered; with a reinforced chisel-shaped part with elliptical rollers; with a reinforced chisel-shaped part with rollers perpendicular to the field edge; with a reinforced chisel-shaped part, rollers perpendicular to the field cut and surfacing of the buried part for a length of about 100 mm. As a result of experiments, the dependences of the change in the width of radial wear in the function of operating time and changes in the depth of radial wear in the process of plowing were obtained. An explanation of the process of wear during the formation of radial wear is given for all investigated technological options. It was revealed that the change in the geometric parameters of radial wear (width and depth) in the process of origin and development has a single character and is the same for all technological variants of hardening with surfacing reinforcement, while the greatest resistance to the formation of this defect is provided by reinforcement by forming beads perpendicular to the trajectory of soil movement with surfacing the deepening part to a length of 100 mm.

**Keywords:** *surfacing reinforcement, share tip, radial wear, geometric parameters, operation.*

**Cite as:** I.V. Kozarez, M.A. Mikhail'chenkova, V.I. Lavrov, YU.I. Perepechina The influence of the reinforcement of the chisel-shaped area of the ploughshare on the change in the geometric parameters of radial wear during operation. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 3, pp. 69-75 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-3-69-75