

Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

Вестник БарГУ

Ежеквартальный научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 г.

Выпуск 8, июнь, 2020.

Серия «Технические науки»

Учредитель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор журнала Кочурко Василий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического образования, академик Международной академии наук педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины, заслуженный работник образования Республики Беларусь, ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Заместитель главного редактора журнала Климук Владимир Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор серии

Алифанов Александр Викторович, лауреат Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии и оборудования машиностроения учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Ответственный секретарь серии

Горбач Юлия Евгеньевна, старший преподаватель кафедры информационных технологий и физико-математических дисциплин инженерного факультета учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Редактор текстов на английском языке

Леон Ольга Вячеславовна, кандидат филологических наук, доцент кафедры теории и практики германских языков учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Богданович Ирина Аркадьевна (*ответственный за направление «Машиностроение и машиноведение»*), кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и оборудования машиностроения учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Дубень Игорь Викторович (*ответственный за направление «Процессы и машины агроинженерных систем»*), кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии инженерного факультета, декан факультета довузовской подготовки учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Анискович Геннадий Иосифович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий и организации технического сервиса учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (Минск, Республика Беларусь).

Белый Алексей Владимирович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник государственного научного учреждения «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» (Минск, Республика Беларусь).

Гавриленя Андрей Константинович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии инженерного факультета учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Девоино Олег Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий научно-исследовательской инновационной лабораторией плазменных и лазерных технологий филиала Белорусского национального технического университета «Научно-исследовательский политехнический институт» (Минск, Республика Беларусь).

Дремук Владимир Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии инженерного факультета учреждения образования «Барановичский государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Ивашко Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей Белорусского национального технического университета (Минск, Республика Беларусь).

Калугин Юрий Константинович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры машиноведения и технической эксплуатации автомобилей учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (Гродно, Республика Беларусь).

Карташевич Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь).

Клочков Александр Викторович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (Горки, Республика Беларусь).

Клубович Владимир Владимирович, доктор технических наук, академик Национальной академии наук Беларуси, профессор, главный научный сотрудник государственного научного учреждения «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» (Минск, Республика Беларусь).

Сиваченко Леонид Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортных и технологических машин межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет» (Могилев, Республика Беларусь).

Томило Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой обработки металлов давлением Белорусского национального технического университета (Минск, Республика Беларусь).

Шелег Валерий Константинович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения Белорусского национального технического университета (Минск, Республика Беларусь).

Адрес редакции:

ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.

Телефон: +375 (163) 45 46 28.

E-mail: vestnik@barsu.by.

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных подписчиков; 009932 — для организаций.

Свидетельство о регистрации средств массовой информации № 1533 от 30.07.2012, выданное Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г. № 16 научно-практический журнал «Вестник БарГУ» серия «Технические науки» включён в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим наукам

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» включён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), лицензионный договор № 06-1/2016.

Издатель: учреждение образования «Барановичский государственный университет».

Выходит на русском, белорусском и английском языках.

Журнал распространяется на территории Республики Беларусь.

Заведующий редакционно-издательской группой А. Ю. Сидоренко

Технический редактор Л. Н. Щербук

Компьютерная вёрстка С. М. Глушак

Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 16.06.2020. Формат 60 × 84¹/₈. Бумага ксероксная. Печать цифровая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 16,00. Уч.-изд. л. 9,35. Тираж 100 экз. Заказ

Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское областное унитарное полиграфическое предприятие «Слонимская типография». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.

Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 Слоним, Гродненская обл.

© БарГУ, 2020

Установа адукацыі
«Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт»

Веснік БарДУ

Штоквартальны навукова-практычны часопіс

Выдаецца з сакавіка 2013 г.

Выпуск 8, чэрвень, 2020.

Серыя «Тэхнічныя навукі»

Заснавальнік: установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ

Галоўны рэдактар часопіса Качурка Васіль Іванавіч, доктар сельскагаспадарчых навук, прафесар, акадэмік Беларускай інжынернай акадэміі, акадэмік Міжнароднай акадэміі тэхнічнай адукацыі, акадэмік Міжнароднай акадэміі навук педагагічнай адукацыі, акадэмік Акадэміі эканамічных навук Украіны, заслужаны работнік адукацыі Рэспублікі Беларусь, рэктар установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Намеснік галоўнага рэдактара часопіса Клімук Уладзімір Уладзіміравіч, кандыдат эканамічных навук, дацэнт, прарэктар па навуковай рабоце ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ СЕРЫІ

Галоўны рэдактар серыі

Аліфанаў Аляксандр Віктаравіч, лаўрэат Дзяржаўнай прэміі Рэспублікі Беларусь у галіне навукі і тэхнікі, доктар тэхнічных навук, прафесар, прафесар кафедры тэхналогіі і абсталявання машынабудавання ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Адказны сакратар серыі

Горбач Юлія Яўгеньеўна, старшы выкладчык кафедры інфармацыйных тэхналогій і фізіка-матэматычных дысцыплін інжынернага факультэта ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Рэдактар тэкстаў на англійскай мове

Леон Вольга Вячаславаўна, кандыдат філалагічных навук, дацэнт кафедры тэорыі і практыкі германскіх моў установы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Багдановіч Ірына Аркадзеўна (*адказы за напрамак «Машынабудаванне і машыназнаўства»*), кандыдат тэхнічных навук, дацэнт, загадчык кафедры тэхналогіі і абсталявання машынабудавання ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Дубень Ігар Віктаравіч (*адказы за напрамак «Працэсы і машыны аграінжынерных сістэм»*), кандыдат тэхнічных навук, дацэнт кафедры тэхнічнага забеспячэння сельскагаспадарчай вытворчасці і аграноміі інжынернага факультэта, дэкан факультэта давузаўскай падрыхтоўкі ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Анісковіч Генадзь Іосіфавіч, кандыдат тэхнічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры тэхналогіі і арганізацыі тэхнічнага сервісу ўстановы адукацыі «Беларускі дзяржаўны аграрны тэхнічны ўніверсітэт» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Белы Аляксей Уладзіміравіч, член-карэспандэнт Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар тэхнічных навук, прафесар, галоўны навуковы супрацоўнік дзяржаўнай навуковай установы «Фізіка-тэхнічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Гаўрыленя Андрэй Канстанцінавіч, кандыдат тэхнічных навук, дацэнт, загадчык кафедры тэхнічнага забеспячэння сельскагаспадарчай вытворчасці і аграноміі інжынернага факультэта ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Дзявойна Алег Георгіевіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, загадчык Навукова-даследчай інавацыйнай лабараторыі плазменных і лазерных тэхналогій філіяла Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта «Навукова-даследчы палітэхнічны інстытут» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Драмук Уладзімір Аляксеевіч, кандыдат тэхнічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры тэхнічнага забеспячэння сельскагаспадарчай вытворчасці і аграноміі ўстановы адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт» (Баранавічы, Рэспубліка Беларусь).

Івашка Віктар Сяргеевіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, прафесар кафедры тэхнічнай эксплуатацыі аўтамабіляў Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Калугін Юрый Канстанцінавіч, кандыдат тэхнічных навук, дацэнт, дацэнт кафедры машыназнаўства і тэхнічнай эксплуатацыі аўтамабіляў установы адукацыі «Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Янкі Купалы» (Гродна, Рэспубліка Беларусь).

Карташэвіч Анатолій Мікалаевіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, загадчык кафедры трактараў, аўтамабіляў і машын для прыродаўладкавання ўстановы адукацыі «Беларуская дзяржаўная ордэнаў Кастрычніцкай Рэвалюцыі і Працоўнага Чырвонага Сцяга сельскагаспадарчая акадэмія» (Горкі, Рэспубліка Беларусь).

Клачкоў Аляксандр Віктаравіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, прафесар кафедры сельскагаспадарчых машын установы адукацыі «Беларуская дзяржаўная ордэнаў Кастрычніцкай Рэвалюцыі і Працоўнага Чырвонага Сцяга сельскагаспадарчая акадэмія» (Горкі, Рэспубліка Беларусь).

Клубовіч Уладзімір Уладзіміравіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, акадэмік Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, загадчык лабараторыі пластычнасці Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Сівачэнка Леанід Аляксандравіч, доктар тэхнічных навук, прафесар, прафесар кафедры транспартных і тэхналагічных машын міждзяржаўнай адукацыйнай установы вышэйшай адукацыі «Беларуска-Расійскі ўніверсітэт» (Магілёў, Рэспубліка Беларусь).

Таміла Вячаслаў Анатольевіч, доктар тэхнічных навук, дацэнт, дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Фізіка-тэхнічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Шлэг Валерыі Канстанцінавіч, член-карэспандэнт Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, доктар тэхнічных навук, прафесар, загадчык кафедры тэхналогіі машынабудавання Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта (Мінск, Рэспубліка Беларусь).

Адрас рэдакцыі:

вул. Войкава, 21, 225404 г. Баранавічы.

Тэлефон: +375 (163) 45 46 28.

E-mail: vestnik@barsu.by.

Папісныя індэксы: 00993 — для індывідуальных падпісчыкаў; 009932 — для арганізацый.

Пасведчанне аб рэгістрацыі сродкаў масавай інфармацыі № 1533 ад 30.07.2012, выдадзенае Міністэрствам інфармацыі Рэспублікі Беларусь.

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 21 студзеня 2015 г. № 16 навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» серыя «Тэхнічныя навукі» ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па тэхнічных навук (машынабудаванне і машыназнаўства; працэсы і машыны аграінжынерных сістэм).

Навукова-практычны часопіс «Веснік БарДУ» ўключаны ў РІНЦ (Расійскі індэкс навуковага цытавання), ліцэнзійны дагавор № 06-01/2016.

Выдавец: установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт».

Выходзіць на рускай, беларускай і англійскай мовах.

Часопіс распаўсюджваецца на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь.

Загадчык рэдакцыйна-выдавецкай групы Г. Ю. Сідарэнка

Тэхнічны рэдактар Л. М. Шчарбук

Камп'ютарная вёрстка С. М. Глушак

Карэктар Н. М. Каладко

Падпісана да друку 16.06.2020. Фармат 60 × 84 1/8. Папера ксерасная. Друк лічбавы. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 16,00. Ул.-выд. арк. 9,35. Тыраж 100 экз. Заказ

Кошт свабодны.

Паліграфічнае выкананне: Гродзенскае абласное ўнітарнае паліграфічнае прадпрыемства «Слоніўская тыпаграфія». Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/203 ад 07.03.2014, № 2 ад 25.02.2014.

Адрас: вул. Хлюпіна, 16, 231800 Слоніў, Гродзенская вобл.

© БарДУ, 2020

Educational institution
“Baranovichi State University”

BarSU Herald

A quarterly scientific and practical journal

Published since March 2013.

Volume 8, June, 2020.

Engineering Series

Founder: Educational Institution “Baranovichi State University”.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Vasilii Ivanovich Kochurko, Doctor of Agriculture, Professor, Member of the Belarusian Academy of Engineering, Member of the International Academy of Technical Education, Member of the International Academy of Pedagogical Education, Member of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Distinguished educator of the Republic of Belarus, Rector of the educational institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Deputy Editor-in-Chief Vladimir Vladimirovich Klimuk, Ph. D. in Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for research of the educational institution “Baranovichi State University” (Baranovichi, the Republic of Belarus).

EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

Executive Editor of the Issue

Aleksandr V. Alifanov, State-Prize Winner of the Republic of Belarus in Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Chair of Machine-Building Technology and Equipment, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Executive secretary of the issue

Juliya E. Gorbach, Senior lecturer at the Chair of the Information Technology and Physical and Mathematical Disciplines of Engineering Department, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

English Text Editor

Olga V. Leon, Ph. D in Philological Science, Associate Professor at the Chair of Theory and Practice of Germanic Languages, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Iryna A. Bogdanovich (*in charge of the heading “Machine Building and Engineering Science”*), Ph. D of Technical Science, Associate Professor, Head of the Chair of Technology and Equipment of Mechanical Engineering, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Igor V. Duben (*in charge of the heading “Processes and Machines of Agro-engineering Systems”*), Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Technical Support of Agricultural Production and Agronomy Chair, Dean of the Pre-University Training Department, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Gennady I. Aniskovich, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, the Republic of Belarus).

Alexey V. Bely, A. M. of the National Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher at the State Scientific Institution “The Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus” (Minsk, the Republic of Belarus).

Andrei K. Gavrilnya, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Technical Support of Agricultural Production and Agronomy of Engineering Department, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Oleg G. Devoino, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Research Laboratory of Innovative Plasma and Laser Technology of the branch of Belarusian National Technical University “Research Division” (Minsk, the Republic of Belarus).

Vladimir A. Dremuk, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Technical Support of Agricultural Production and Agronomy of Engineering Department, Baranovichi State University (Baranovichi, the Republic of Belarus).

Viktor S. Ivashko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Automobile Technical Maintenance Chair of the Belarusian National Technical University (Minsk, the Republic of Belarus).

Yury K. Kalugin, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Chair of Engineering Science and Automobile Technical Maintenance of “Yanka Kupala State University of Grodno” (Grodno, the Republic of Belarus).

Anatoly N. Kartashevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair of Tractors, Cars and Machines for Environmental Engineering of the Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy (Gorki, the Republic of Belarus).

Alexandr V. Klochkov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at Agricultural Machinery Chair of the Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy (Gorki, the Republic of Belarus).

Vladimir V. Klubovich, Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor, Chief Researcher of the State Research Institution “The Physical-Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus” (Minsk, the Republic of Belarus).

Leonid A. Sivachenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Chair of Transport and Technological Machines, Interstate Higher Education Institution “Belarusian-Russian University” (Mogilev, the Republic of Belarus).

Vyacheslav A. Tomilo, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Metal Pressure Treatment of the Belarusian National Technical University (Minsk, the Republic of Belarus).

Valery K. Sheleh, A. M. of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Mechanical Engineering Chair of the Belarusian National Technical University (Minsk, the Republic of Belarus).

Editorial address:

21 Voykova Str., 225404 Baranovichi. Phone: +375 163 45 46 28.

E-mail: vestnik@barsu.by.

Subscription indices: 00993 — for individual subscribers; 009932 — for companies.

The certificate of the registration of mass media № 1533 of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information of Belarus.

In compliance with the order of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus from January 21, 2015 № 16 the scientific and practical journal “BarSU Herald. Engineering Series” is included into the List of scientific publications of the Republic of Belarus for publishing the results of theses research on engineering sciences (mechanical engineering and machines, processes and machines of agroengineering systems).

Scientific and practical journal “BarSU Herald” is included into RSCI (Russian Science Citation Index), license agreement № 06-01/2016.

Publishing: Educational Institution “Baranovichi State University”.

Issued in Russian, Belarusian and English.

The journal is distributed on the territory of the Republic of Belarus.

Managing editor A. Y. Sidorenko

Technical editor L. N. Scherbuk

Desktop Publishing S. M. Glushak

Proofreader N. N. Kolodko

Passed for printing 16.06.2020. Format 60 × 84 1/8. Xerox Paper. Digital printing. Font Times. Conv. pr. s. l. 16,00. Acc.-pub. s. l. 9,35. Circulation of 100 copies. Order

Free price.

Printing: Grodno Regional Printing Unitary Enterprise “Slonim Printing Establishment”. Certificate about state registration of publishers, manufacturers and distributors of printings № 1/203 from 07.03.2014, № 2 from 25.02.2014.

Address: 16 Hlyupin St., 231800 Slonim, Grodno region.

© BarSU, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Алифанов А. В., Горецкий Г. П., Цуран В. В., Богданович И. А., Толкачева О. А. Исследование влияния высокотемпературной термомеханической обработки на структуру и механические свойства сталей, применяемых для изготовления рубильных ножей | 10 |
| Борис Е. В. Исследование статических боковых смещений ленты грузовой и порожняковой ветвей ленточного конвейера | 17 |
| Данилов В. А., Борис Е. В. Повышение долговечности приводов машин и механизмов на основе применения профильных моментопередающих соединений | 25 |
| Данилов В. А., Селицкий А. Н. Погрешность профилирования и качество синусоидальных цилиндрических поверхностей при ротационном точении эксцентрично установленным круглым резцом | 35 |
| Дьяченко О. В., Криуша С. М., Кардаполова М. А., Голубев В. С., Вегера И. И. Лазерное модифицирование газотермических покрытий из нержавеющей сталей | 44 |
| Жигалов А. Н., Богдан Д. Д., Горавский И. А. Исследования влияния аэродинамического звукового упрочнения на свойства твердых сплавов | 53 |
| Жигалов А. Н., Горавский И. А., Богдан Д. Д. Оптимизация износа и ресурса металлорежущего твердосплавного инструмента сплава В35, упрочненного аэродинамическим звуковым методом | 69 |
| Милюкова А. М., Алифанов А. В., Михлюк А. И., Горчанин А. И., Матяс А. Н. Улучшение физико-механических свойств сталей для изготовления труб путем магнитно-импульсной обработки | 79 |
| Наливко О. И., Русан С. И., Сиваченко Л. А., Сиваченко Т. Л. Исследования напряженно-деформационного состояния проволочного рабочего элемента измельчительной машины | 90 |
| Потапов В. А., Сиваченко Л. А. Цепной агрегат с волновой рабочей камерой и адаптивным механизмом силового воздействия для переработки влажных сырьевых материалов | 98 |

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

| | |
|---|-----|
| Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Войтович М. М. Исследование износа протекторов всесезонных автомобильных шин для грузовых механических транспортных средств | 106 |
| Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Сергей А. И. Исследование эксплуатационных свойств полусинтетических моторных масел, используемых в дизельных двигателях внутреннего сгорания | 111 |
| Филиппов А. И., Аутко А. А., Заяц Э. В., Чеботарев В. П., Дубень И. В. Оборудование для дозирования и ленточного внесения удобрений к универсальному агрегату АУ-М1 | 119 |

ЗМЕСТ

МАШЫНАБУДАВАННЕ І МАШЫНАЗНАЎСТВА

| | |
|---|----|
| Аліфанаў А. В., Гарэцкі Г. П., Цуран У. У., Багдановіч І. А., Талкачова В. А. Даследаванне ўплыву высокатэмпературнай тэрма механічнай апрацоўкі на структуру і механічныя ўласцівасці сталяў, якія прымяняюцца для вырабу рубільных нажоў | 10 |
| Борыс Я. В. Даследаванне статычных бакавых зрушэнняў стужкі грузавых і парожніх галін стужачнага канвеера | 17 |
| Данілаў В. А., Борыс Я. В. Павышэнне даўгавечнасці прывадаў машын і механізмаў на аснове прымянення профільных момантаперадаючых злучэнняў | 25 |
| Данілаў В. А., Сяліцкі А. М. Хібнасць прафілявання і якасць сінусаідалных цыліндрычных паверхняў пры ратацыйным тачэнні эксцэнтрычна ўстаноўленым круглым разцом | 35 |
| Дз'ячэнка В. У., Крыуша С. М., Кардаполава М. А., Голубеў В. С., Вегера І. І. Лазернае мадыфікаванне газатэрмічных пакрыццяў з нержавеючых сталяў | 44 |
| Жыгалаў А. М., Богдан Д. Д., Гараўскі І. А. Даследаванні ўплыву аэрадынамічнага гукавога ўмацавання на ўласцівасці цвёрдых сплаваў | 44 |
| Жыгалаў А. М., Гараўскі І. А., Богдан Д. Д. Аптымізацыя зношвання і рэсурсу металарэжучага цвёрдасплаўнага інструмента сплаву В35, умацаванага аэрадынамічным гукавым метадам | 69 |
| Мілюкова Г. М., Аліфанаў А. В., Міхлюк А. І., Гарчанін А. І., Мацяс А. М. Паляпшэнне фізіка-механічных уласцівасцей сталяў для вырабу труб шляхам магнітна-імпульснай апрацоўкі | 79 |
| Наліўка А. І., Русан С. І., Сівачэнка Л. А., Сівачэнка Т. Л. Даследаванне напружана-дэфармаванага стану драцянога рабочага элемента здрабняльнай машыны | 90 |
| Патапаў У. А., Сівачэнка Л. А. Ланцуговы агрэгат з хвалевай рабочай камерай і адаптыўным механізмам сылавога ўздзеяння для перапрацоўкі вільготных сыравінных матэрыялаў | 98 |

ПРАЦЭСЫ І МАШЫНЫ АГРАНЖЫНЕРНЫХ СІСТЭМ

| | |
|---|-----|
| Піваварчык А. А., Гаўрыленя А. К., Вайтовіч М. М. Даследаванне зношвання пратэктараў усесезонных аўтамабільных шин для грузавых механічных транспартных сродкаў | 106 |
| Піваварчык А. А., Гаўрыленя А. К., Сяргей А. І. Даследаванне эксплуатацыйных уласцівасцей паўсінтэтычных маторных маслаў, выкарыстоўваемых у дызельных рухавіках унутранага згарання | 111 |
| Філіпаў А. І., Аутка А. А., Заяц Э. У., Чабатароў В. П., Дубень І. В. Абсталяванне для дазіравання і стужачнага ўнясення ўгнаенняў да ўніверсальнага агрэгата АУ-М1 | 119 |

CONTENTS

MACHINE BUILDING AND ENGINEERING SCIENCE

| | |
|---|----|
| Alifanov A. V., Goretsky G. P., Tsuran V. V., Bogdanovich I. A., Tolkacheva O. A. The research of the influence of ausforming on the structure and mechanical properties of steels applied for manufacturing chipping knives | 10 |
| Borys Ya. The research of static lateral displacements of the belt track of the carrying and return belt conveyor lines | 17 |
| Danilau V. A., Borys Ya. Increasing the durability of machinery drives based on the application of profile torque-transmitting joints | 25 |
| Danilau V. A., Sialitskiy A. N. Profiling error and quality of sinusoidal cylindrical surfaces under rotary turning with an eccentric circular tool | 35 |
| Dyachenko O. V., Kriusha S. M., Kardapolova M. A., Golubev V. S., Vegera I. I. Laser modification of gas-thermal coatings from stainless steels | 44 |
| Jigalov A. N., Bogdan D. D., Goravskii I. A. The studies of the influence of aerodynamic sound hardening on the properties of hard alloys | 53 |
| Jigalov A. N., Goravskii I. A., Bogdan D. D. Optimization of the wear and resource of a metal-cutting carbide tool of B35 alloy strengthened by the aerodynamic sound method | 69 |
| Milyukova A. M., Alifanov A. V., Mikhlyuk A. I., Gorchanin A. I., Matyas A. N. The improvement of physical and mechanical properties of steels for manufacturing pipes by magnetic-pulse treatment | 79 |
| Naliuko O. I., Rusan S. I., Sivachenko L. A., Sivachenko T. L. The research of stress-strain state of a wire operating element of a grinding machine | 90 |
| Potapov V. A., Sivachenko L. A. A chain unit with a wave working chamber and adaptive mechanism of force influence for reprocessing humid raw materials | 98 |

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

| | |
|--|-----|
| Pivovarchyk A. A., Haurylenia A. K., Vaitovich M. M. The research of the tread wear of all-season automobile tires for mechanical cargo vehicles | 106 |
| Pivovarchyk A. A., Haurylenia A. K., Sergei A. I. The study of performance attributes of semi-synthetic motor oils used in diesel internal combustion engines | 111 |
| Filippov A. I., Autko A. A., Zayats E. V., Chebotarev V. P., Duben I. V. The equipment for dosing and band fertilization to the AU-M1 universal unit | 119 |

УДК 629.083

А. А. Пивоварчик¹, А. К. Гавриленя², М. М. Войтович¹

¹Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Ожешко, 22, 230021 Гродно, Республика Беларусь,
+375 (29) 876 68 24, Pivovarchik_AA@grsu.by

²Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Уборевича, 20, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, +375 (29) 222 59 33, AndrejGavrilenya@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ПРОТЕКТОРОВ
ВСЕСЕЗОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН ДЛЯ ГРУЗОВЫХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Целью настоящей работы является исследование величины износа протектора вседорожных автомобильных шин от различных производителей в зависимости от условий эксплуатации грузовых механических транспортных средств. Научная новизна работы состоит в получении новых экспериментальных данных по изменению величины протектора вседорожных автомобильных шин в зависимости от пробега, типа дорожного покрытия, сезонности эксплуатации транспортных средств.

Введение содержит краткую информацию по вопросу износа протекторов автомобильных шин в зависимости от условий эксплуатации транспортных средств. Представлены требования, предъявляемые к величине протектора грузовой автомобильной шины. В основной части работы описана методика проведения исследований по определению величины износа протектора вседорожных автомобильных шин в зависимости от величины пробега транспортного средства, сезонности и типа дорожного покрытия. Показаны результаты исследования величины износа протектора вседорожных автомобильных грузовых шин различных марок. В ходе проведения исследований установлено, что лучшими эксплуатационными свойствами относительно величины износа протектора за весь период эксплуатации вседорожной автомобильной грузовой шины обладают шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция, 2018). Установлено, что значение величины износа протектора шин данных марок в среднем на 4,2...22,8 % ниже, чем аналогичный показатель у других исследуемых марок шин. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при эксплуатации грузовых транспортных средств целесообразно использовать вседорожные грузовые автомобильные шины марок Triangle TR 693 и Goodyear G46 ввиду их более высоких эксплуатационных характеристик.

Результаты исследований будут полезны инженерам-механикам при выборе марки вседорожных автомобильных шин в период эксплуатации грузовых механических транспортных средств.

Ключевые слова: автомобильные вседорожные шины; механические автотранспортные средства; пробег; протектор; износ; сезонность.

Рис. 3. Библиогр.: 6 назв.

А. А. Pivovarchyk¹, А. К. Haurylenia², М. М. Vaitovich¹

¹Yanka Kupala State University of Grodno, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 22 Ozheshko St.,
230021 Grodno, the Republic of Belarus, Pivovarchik_AA@grsu.by, +375 (29) 876 68 24

²Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykov St.,
225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, AndrejGavrilenya@mail.ru, +375 (29) 222 59 33

**THE RESEARCH OF THE TREAD WEAR OF ALL-SEASON AUTOMOBILE TIRES
FOR MECHANICAL CARGO VEHICLES**

The aim of this paper is to study the tread wear of all-season automobile tires produced by various manufacturers, depending on the operating conditions of mechanical cargo vehicles.

The scientific novelty of the work is to obtain new experimental data on the change in the tread size of all-season automobile tires depending on the mileage, type of road surface, and seasonality of vehicle operation.

The introduction contains brief information on the wear of tire treads depending on the operating conditions of vehicles. The requirements for the tread size of a truck tire are presented. The main part of the article describes the research methodology for determining the tread wear of all-season automobile tires depending on the vehicle mileage, seasonality and type of road surface. The results of the study of the tread wear of all-season automobile truck tires of various brands are shown. In the course of the research it was found out that the best performance properties relative to the tread wear for the entire period of operation of an all-season truck tire are characteristic of Triangle TR 693 (China) and Goodyear G46 (Turkey, 2018) tires. It was established that the value of the tread wear of Triangle TR 693 (China) and Goodyear G46 (Turkey, 2018) brands of tires is on average 4.2...22.8 % lower than the same indicator for the other tire brands under consideration. Thus, a conclusion can be made that when operating cargo vehicles it is advisable to use all-season truck tires of Triangle TR 693 and Goodyear G46 brands due to their better performance characteristics.

The research results will be useful to mechanical engineers when choosing a brand of all-season automobile tires during the operation of mechanical cargo vehicles.

Keywords: all-season automobile tires; mechanical motor vehicles; mileage; tread; wear; seasonality.

Fig. 3. Ref.: 6 titles.

Введение. Автомобильные шины обеспечивают контакт грузовых механических транспортных средств с дорожным покрытием (дорогой). В период эксплуатации транспортных средств резина изнашивается и приходит в негодность, и это является необратимым и неизбежным процессом. Износ (старение) автомобильной шины представляет собой необратимый процесс изменения состояния протектора автомобильной шины. На основании изложенных в работах [1—6] данных известно, что на износ автомобильных шин оказывают влияние климатические условия: температура и влажность окружающего воздуха и дорожного покрытия. Отмечается [2—4], что чем выше температура окружающего воздуха, тем больше теплообразование в шинах, тем быстрее изнашивается протектор и уменьшается срок службы шин. С увеличением температуры окружающего воздуха происходит понижение герметичности шины вследствие увеличения диффузии воздуха через стенки камеры. Низкая температура окружающего воздуха уменьшает температуру в работающих шинах, благодаря чему уменьшается их общий износ. Помимо климатических условий, на величину износа протектора автомобильных шин оказывают влияние качество и состояние дорог, техническое состояние автомобиля, стиль вождения, несоблюдение норм внутреннего давления в шинах, частые перегрузки, дисбаланс колес. Следует отметить, что на внутреннем рынке в Республике Беларусь покупателю предлагается широкий выбор автомобильных всесезонных грузовых шин (более 10 производителей различных стран). При этом считается, что все реализуемые продавцами марки шин обладают высокими эксплуатационными характеристиками, однако практический интерес представляют исследования, направленные на экспериментальное исследование величины износа протектора шин различных марок.

Целью настоящей работы является исследование величины износа протектора всесезонных автомобильных шин от различных производителей в зависимости от условий эксплуатации грузовых механических транспортных средств.

Методика проведения исследований. Исследования величины износа протекторов автомобильных шин проводили на пяти грузовых автомобилях марки Hyundai HD 78. Данные автомобили обслуживают организацию ОАО «Ошмянский мясокомбинат» и осуществляют доставки в пункты продажи изготовленную предприятием продукцию. Следует отметить, что автомобили находились в исправном техническом состоянии (элемент рулевого управления, шасси), так как своевременно проходят технический осмотр и сервисное техническое обслуживание на специализированной станции в Минске. Автомобили управлялись водителями высшего класса, что позволяло снизить погрешность методики исследований при

проведении эксперимента и получать более объективные экспериментальные данные. Для качественного измерения высоты протектора автомобильной шины выполняли следующие действия: на задних правых колёсах грузовых транспортных средств было нанесено белым несмываемым маркером пять равноудаленных отметок (линий). Первой линией отсчёта на всех колёсах являлся ниппель. В целях исключения влияния деформации шины на показания измерений водитель по команде подъезжал вперед, для того чтобы измерять высоту протектора в одном и том же месте относительно транспортного средства. Местом измерения высоты протектора было выбрано окончание крыла транспортного средства. Точку измерения относительно ширины протектора шины выбирали в середине, для того чтобы исключить возможное негативное влияние неправильных углов установки автомобильных колес, из-за которого повышается износ края автомобильной шины. Перед каждым последующим измерением высоты протектора предварительно шину очищали от всевозможных загрязнений. Окончательное значение высоты протектора определяли как среднее арифметическое значение результатов пяти измерений. Тип дорожного покрытия, по которым передвигались транспортные средства, составлял следующие значения от общей величины пробега: асфальтное — 98 %, бетонное — 1 %, грунтовое — 1 %. Указанные значения типа дорожного покрытия рассчитывались с учетом известного ежедневного маршрута транспортного средства. Средством измерения высоты протектора автомобильной шины выступал цифровой глубиномер модели Digital Tread Depth Gauge с диапазоном измерений от 0 до 25,4 мм, погрешность измерения прибора составляет 0,01 мм. Значение величины пробега транспортного средства контролировали через 30 дней с использованием одометра. В качестве объектов исследования были выбраны всесезонные грузовые автомобильные шины следующих марок: Rosava LTA 401 (Россия), Goodyear DuraMax TT (ЮАР), Goodyear G46 (2017, Бельгия), Triangle TR 693 (Китай), Goodyear G46 (2018, Турция).

Результаты исследований и их обсуждение. На момент проведения исследования измерений фактической величины высоты протектора транспортные средства имели различный пробег. В целях получения объективных данных был выполнен пересчет итоговой величины износа протектора автомобильной шины на 20 тыс. км пробега при использовании всех исследуемых марок шин. Расчет итоговой величины износа протектора проводили, используя следующую математическую модель:

$$ВП_{i-обл} = \frac{ВП_{i-обл} - (ВП_{факт\ i-обл} - ВП_{факт\ i-обл-1}) 20\ 000}{П_{i-обл+1} - П_{i-обл}}, \text{ мм},$$

- где $ВП_{i-обл}$ — расчетное значение высоты протектора шины в предшествующий период, мм;
 $ВП_{факт\ i-обл}$ — фактическое значение высоты протектора в момент контроля, мм;
 $ВП_{факт\ i-обл-1}$ — фактическое значение высоты протектора шины в предшествующий период, мм;
 20 000 — заданная общая величина пробега для всех периодов, км;
 $П_{i-обл+1}$ — величина пройденного пути транспортным средством за данный период (сезон) с учетом пройденного пути за следующий период, км;
 $П_{i-обл}$ — величина пройденного пути транспортным средством за данный период (сезон), км.

На рисунке 1 показаны результаты расчета итоговой высоты протектора исследуемых марок автомобильных шин при пробеге транспортным средством 20 тыс. км для каждого периода эксплуатации (сезонности).

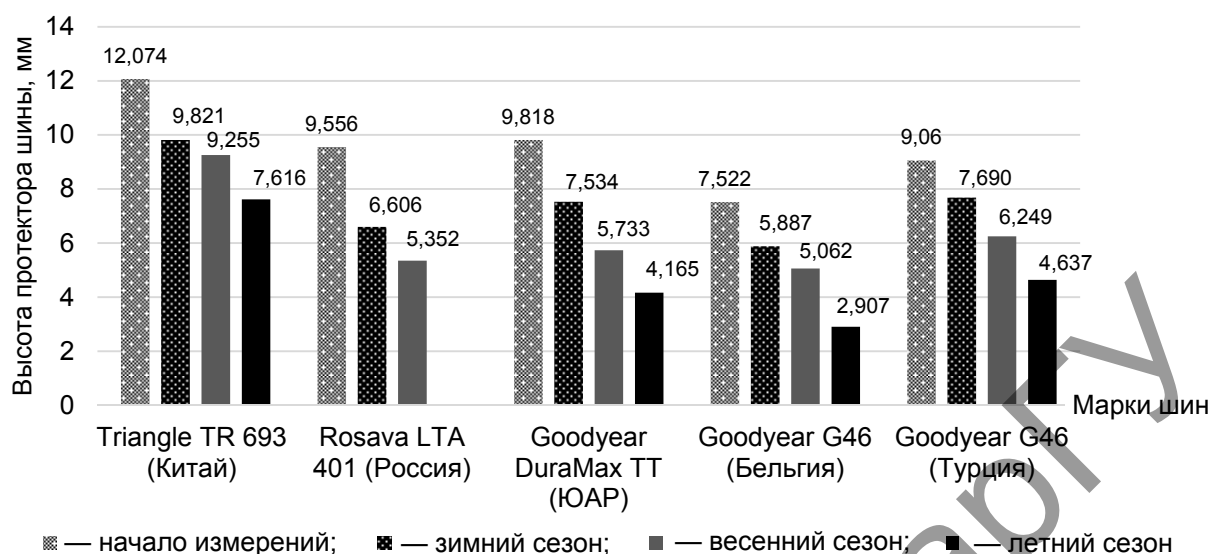


Рисунок 1. — Итоговая высота протектора исследуемых марок автомобильных шин в зависимости от периода эксплуатации транспортного средства и величины пробега транспортного средства (20 тыс. км)

На рисунке 2 представлены данные по величине износа протектора исследуемых марок автомобильных грузовых шин при пробеге транспортным средством 20 тыс. км в определенный период эксплуатации. Максимальный износ протектора шины в зимний период эксплуатации грузовых транспортных средств при пробеге 20 тыс. км наблюдается при использовании шины марки Rosava LTA 401 (Россия) (2,95 мм). Промежуточные и практически равные результаты получены при использовании шин марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear DuraMax TT (ЮАР) — 2,253 и 2,284 мм соответственно. Лучший результат с точки зрения минимального износа протектора исследуемых шин получен при использовании шин Goodyear G46 (Бельгия) и Goodyear G46 (Турция) — 1,635 и 1,37 мм. Таким образом, установлено, что величина износа протектора шин марок Goodyear G46 (Бельгия) и Goodyear G46 (Турция) в зимний период в среднем в 1,7...2,3 раза ниже, чем при использовании других исследуемых марок шин.

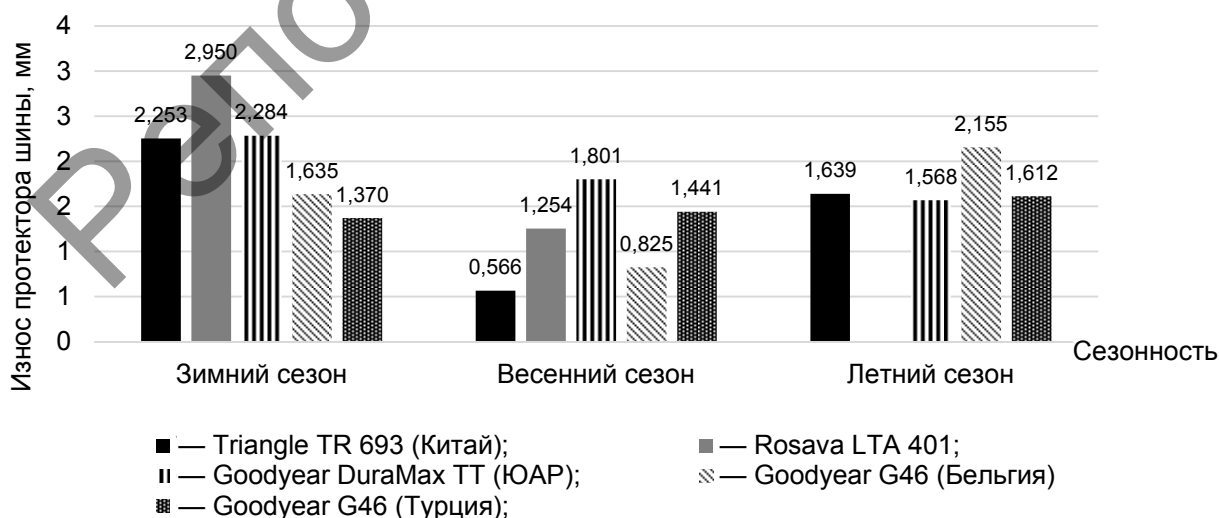


Рисунок 2. — Износ протектора исследуемых марок грузовых автомобильных шин в зависимости от периода эксплуатации транспортного средства при пробеге 20 тыс. км

Можно видеть (см. рисунок 2), что максимальный износ протектора шины в весенний период эксплуатации грузовых транспортных средств наблюдается при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР) и Goodyear G46 (Турция, 2018). Величина износа протектора за 20 тыс. км для данных шин составила 1,801 и 1,441 мм соответственно. Промежуточный результат получен при использовании шин марки Rosava LTA 401 (Россия) — 1,254 мм. Лучший результат с точки зрения минимального износа протектора исследуемых шин в весенний период получен при использовании шин Goodyear G46 (Бельгия) и Triangle TR 693 (Китай) — 0,825 и 0,566 мм соответственно. Видно (см. рисунок 2), что величина износа протектора шин марок Goodyear G46 (Бельгия) и Triangle TR 693 (Китай) в весенний период в среднем в 1,75...3,2 раза ниже, чем при использовании других исследуемых марок шин.

Отметим, что в летний период эксплуатации грузовых транспортных средств, оборудованных исследуемыми марками шин, лучший результат наблюдается при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР). Величина износа протектора за 20 тыс. км для данной шины составила 1,568 мм. Следует отметить, что у всех остальных исследуемых марок шин величина износа протектора находилась в пределах от 1,639 до 2,155 мм, что свидетельствует о практически идентичной величине износа протектора исследуемых марок грузовых всесезонных автомобильных шин.

Таким образом, в ходе проведения исследований установлено, что износ протектора исследуемых грузовых всесезонных автомобильных шин марок Rosava LTA 401 (Россия), Goodyear DuraMax TT (ЮАР), Triangle TR 693 (Китай) в зимний и весенний период эксплуатации транспортных средств более интенсивный, чем в летнее время. Полученный результат можно объяснить тем, что в данный период дорожное покрытие, как правило, обрабатывают песчано-соляной смесью — галитом, который в результате протекания соответствующей химической реакции превращает снежный покров в воду. При этом водородный показатель полученного водного раствора имеет значение pH 5, что соответствует слабокислотной среде, что, в свою очередь, способствует более интенсивному разрушению резины, из которой изготовлена автомобильная шина.

На рисунке 3 показана величина износа исследуемых марок автомобильных шин за весь период проведения экспериментальных исследований.

Из представленных экспериментальных данных видно, что минимальное значение величины износа протектора наблюдается при использовании грузовой автомобильной шины марки Goodyear G46 (Турция) — 4,423 мм.

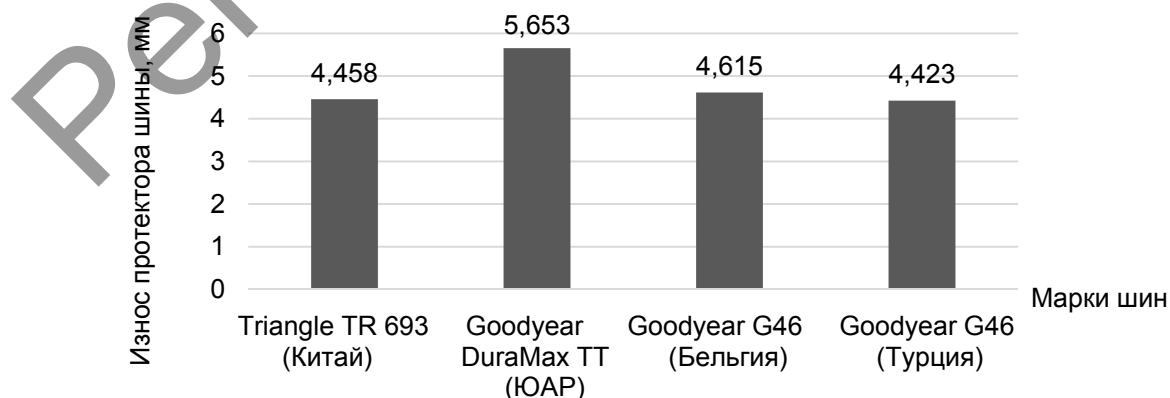


Рисунок 3. — Износ исследуемых марок шин грузовых автомобильных за весь период эксплуатации транспортного средства, мм

Худший результат получен при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР). Износ протектора для данной грузовой автомобильной шины составляет 5,653 мм. Полученные результаты, по-видимому, можно объяснить технологическими свойствами материала (сырья), из которого изготовлены исследуемые грузовые автомобильные шины.

Заключение. В ходе проведения исследований установлено, что лучшими эксплуатационными свойствами относительно величины износа протектора за весь период эксплуатации всесезонной автомобильной грузовой шины обладают шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция). Установлено, что значение величины износа протектора шин марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция) в среднем на 4,2...22,8 % ниже, чем аналогичный показатель у других исследуемых марок шин. Исследование показало, что при эксплуатации грузовых транспортных средств целесообразно использовать всесезонные грузовые автомобильные шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция) ввиду их более высоких эксплуатационных характеристик.

Список цитируемых источников

1. Карпенко, В. А. Влияние условий эксплуатации и конструктивных параметров шины на ее ресурс : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / В. А. Карпенко ; Харьк. автомобил.-дорож. ин-т им. Комсомола Украины. — Харьков, 1987. — 160 с.
2. Марков, А. С. Исследование коэффициента трения эластичной автомобильной шины при изменении износа рисунка протектора / А. С. Марков, Н. И. Овчинникова // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 21, № 2. — С. 181—189.
3. Резник, Л. Г. Модель принятия решения о необходимости и сроках сезонной замены автошин на основе информации об интенсивности и характере износа протектора / Л. Г. Резник, А. А. Архипова // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2014. — Т. 86, № 3. — С. 120—124.
4. Влияние износа рисунка протектора беговой дорожки шины на характеристики ее сцепления с опорной поверхностью / А. И. Федотов [и др.] // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 21, № 11. — С. 216—225.
5. Максименко, К. Д. Применение нагретых фрикционных материалов при зимнем содержании автомобильных дорог : дис. ... канд. техн. наук : 18.05.2005 / К. Д. Максименко ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. — СПб., 2005. — 161 с.
6. Соустова, Л. И. Определение коэффициента сцепления колеса с дорогой расчетно-экспериментальным путем / Л. И. Соустова, И. Ю. Чуйко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2019. — Т. 62, № 2. — С. 68—77.

Поступила в редакцию 10.04.2020