Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАШИН

№1 (134) 2019

Теоретический и научно-практический журнал «Технический сервис машин» является правопреемником издания «Труды ГОСНИТИ», основанного в 1963 году. Учредитель и издатель – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) св-во, о рег. ПИ №ФС77-72932 от 25.05.2018 года.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Черноиванов В.И. – академик РАН, д.т.н., профессор – председатель редакционного совета (vichernoivanov@mail.ru).

Лялякин В.П. – д.т.н., профессор – заместитель председателя, главный научный сотрудник ФНАЦ ВИМ (valpal-1938@mail.ru.

Соловьев С.А. – д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН – член совета (serg_solovev_56@mail.ru).

Дорохов А.С. – д.т.н., чл.-корр. РАН – зам. директора ФНАЦ ВИМ – член совета (dorokhov@rgau-msha.ru).

Денисов В.А. – д.т.н. – зав.отделом ФНАЦ ВИМ – член совета (va.denisov@mail.ru).

Иванов В.П. – д.т.н., профессор Полоцкого государственного университета Республики Беларусь, член совета.(ivprem@tut.bu).

Юдин В.М. – д.т.н., профессор – зав.кафедрой «Надежность и ремонт машин им. И.С. Левицкого» Российского государственного аграрного заочного университета, г. Балашиха, член совета (vudin2006@mail.ru).

Шарифуллин С.Н. – д.т.н., профессор филиала Казанского федерального университета, член совета (saidchist@mail.ru).

Кешуов С.А. – д.т.н., профессор, Казахский НИИМЭСХ Республики Казахстан, член совета (kazniimesh@yandex.kz).

Габитов И.И. – д.т.н., профессор, ректор Башкирского государственного аграрного университета (bgau@ufanet.ru).

Ценч Ю.С. – к.п.н., доцент, начальник отдела образования, научно-технической информации и редакционно-издательской деятельности ФНАЦ ВИМ (vimasp@mail.ru).

Спицын И.А. – д.т.н., профессор, Пензенский государственный аграрный университет (penz_gau@mail.ru).

Сенин П.В. – д.т.н., профессор, проректор по научной работе Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева (vice-rector-innov@adm.mrsu.ru).

Несмиян А.Ю. – д.т.н., профессор кафедры «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса» Азово-Черноморского инженерного института Донского Государственного аграрного университета (nesmiyan.andrei@yandex.ru).

Елизаров В.П. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФНАЦ ВИМ (elizarov-vp@yandex.ru).

Жалнин Э.В. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФНАЦ ВИМ (zhalnin@yandex.ru).

Адрес редакции: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5.
Тел. 8 (495) 371-21-44; 8 (499) 174-88-11; e-mail: valpal-1938@mail.ru

Свидетельство о регистрации:

ПИ №ФС77-72932 от 25.05.2018 года.

Выходит 4 раза в год.
Подписано в печать 15.03.2019 г., Формат 60 х 84/8. Объем 28,5 п.л., Тираж 100 экз., заказ 948.
Отпечатано в типографии ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

«Технический сервис машин» включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и международную систему цитирования «AGRIS» для публикации результатов исследований по докторским и кандидатским диссертациям.

Полный перечень статей размещен на сайте научной библиотеки elibrary.ru

© ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2019

MACHINERY TECHNICAL SERVICE

Theoretical and scientific-practical publication «Machinery technical service» was founded in 1963. The founder and publisher is the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM» (FSBSI FSAC VIM). Proceedings are registered with the Federal Service for Supervision in the Area of Communications of Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor) ПИ №ФС77-72932 от 25.05.2018.

EDITORIAL COUNCIL

Chernoyivanov V.I. – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor – Chairman of the Editorial Board (vichernoivanov@mail.ru).

Lyalyakin V.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor – Deputy Chairman, FSAC VIM , chief researcher (valpal-1938@mail.ru).

Soloviev S.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Member of corr. RAS (serg_solovev_56@mail.ru).

Dorokhov A.S. – Doctor of Technical Sciences, member of the corr.RAS - deputy director of FNAC VIM (dorokhov@rgau-msha.ru).

Denisov V.A. – Doctor of Technical Sciences – Head of the Department of the FSAC VIM (va.denisov@mail.ru) .

Ivanov V.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Polotsk State University of the Republic of Belarus (ivprem@tut.by).

Yudin V.M. – Doctor of Technical Sciences, Professor – Head of the Department «Reliability and repair of machines im. I. Levitsky» of the Russian State Agrarian Correspondence University, Balashikha, councilor (vudin2006@mail.ru).

Sharifullin S.N. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the branch of Kazan federal university (saidchist@mail.ru).

Keshuov S.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, gene. Director of the Association Kazakh Scientific Research Institute of Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan (kazniimesh@yandex.kz).

Gabitov I.I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, rector of Bashkir State Agrarian University (bgau@ufanet.ru).

Tsench Yu.S. – Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor, head of the Department of education, scientific and technical information and editorial and publishing activities of FSAC VIM (vimasp@mail.ru).

Spitsyn I.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Penza State Agrarian University (penz_gau@mail.ru).

Senin P.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for scientific work of the Mordovian State University Named After N.P. Ogarev (vice-rector-innov@adm.mrsu.ru).

Nesmiyan A.Y. – Doctor of Technical Sciences, Professor, of the Department of «Technologies and means of mechanization of agro-industrial complex» of Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University (nesmiyan.andrei@yandex.ru).

Elizarov V.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher of FSAC VIM (elizarov-vp@yandex.ru).

Zhalnin E.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor,chief researcher of FSAC VIM (zhalnin@yandex.ru).

Actual address of the editorial office: 109428, Moscow, 1 st Institutsky pr., 5.
Phone: 8 (495) 371-21-44; 8 (499) 174-88-11; e-mail: valpal-1938@mail.ru
Certificate of registration:
ПИ №ФС77-72932 from 25.05.2018.
It turns out 4 times a year.
The format is 60x84 / 8. Circulation 100 copies.
Printed in the printing house of the FSBSI FSAC VIM.
Certificate of registration at the National Center.

«Machinery technical service» is included in the Russian Scientific Citation Index (RINC) and the international citation system «AGRIS» for publication of research results on doctoral and candidate dissertations.

A full list of articles is available on the website of the scientific library: **elibrary.ru**

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ. РЕМОНТ 11

Абрамов И.Л.
Применение компьютерного моделирования для оценки качества проектирования и производства деталей сельскохозяйственных машин 12
Данилов И.К., Марусин А. В., Данилов С.И., Марусин А.В.
К вопросу диагностирования аккумуляторной топливной системы дизелей сельскохозяйственного назначения 19
Иванов В.П., Вигерина Т.В.
Области рационального использования специального оборудования в ремонтном производстве 26
Игнатов В.И., Герасимов В.С.
Современные тенденции рециклинга техники. 34
Кочуров А.А., Зуб Д.В., Аксенов А.З.
Автоматизированное рабочее место регулировщика топливной аппаратуры на основе безмензурочного одноканального метода измерения параметров 40
Лебедев А.Т., Арженовский А.Г.
Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов 46
Левин М.Ю., Нагорнов С.А.,Левина Е.Ю.
Применение цифрового интеллектуального управления нефтескладом для защиты резервуаров от аварий 53
Мишина З.Н.
Востребованность в нормативах планирования затрат средств на техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники 61
Костомахин М.Н., Воронов А.Н.
Определение обобщенного коэффициента при оценке показателей надежности самоходных сельскохозяйственных машин 68
Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г.
Оптимизация конструктивных параметров тракторных пневматических шин 75
Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Поспелов А.Р.
Перспективы контроля качества и условий эксплуатации имеющегося парка МЭС за счет использования цифровых технологий 83
Свиридов А.С., Тужилин С.П., Лопатина Ю.А.
Использование цифровой 3D-фермы для использования в ремонтном производстве сельскохозяйственной техники 93
Михлин В.М.
К 90-летию со Дня рождения 100

УДК 631.372.012.3.001.2

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Сергей Геннадьевич Пархоменко[1], кандидат технических наук, доцент, e-mail: s-parkhom@mail.ru;
Галина Геннадьевна Пархоменко[2], кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
[1]Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, г. Зерноград, Ростовская обл., Российская Федерация;
[2]Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Ростовская обл., Российская Федерация

Реферат. *На показатели функционирования машинно-тракторных агрегатов сильное влияние оказывает совершенство движителей, среди которых колесные являются доминирующими. (Цель исследования) Повысить эффективность функционирования и обеспечить эксплуатационную надежность машинно-тракторных агрегатов за счет оптимального сочетания параметров внутреннего строения тракторных пневматических шин. (Материалы и методы) Изучили характеристики пневматических шин размера 16,9-30 радиальной (серийной) модели Ф-39 и диагонально-параллельной (опытные) конструкции. Конструктивные параметры диагонально-параллельных шин обусловлены латинским квадратом (3х3). Установка для испытаний пневматических шин (шинный тестер) позволяет определить необходимые показатели в реальных условиях эксплуатации. Шинный тестер создан для экспериментальных исследований упругодемпфирующих, деформационных, тяговых характеристик тракторных пневматических шин. Разработанная методика экспериментальных исследований позволяет определять необходимые характеристики пневматических шин, сравнивать различные варианты. (Результаты и обсуждение) Экспериментальные тяговые характеристики пневматических шин свидетельствуют о большем КПД диагонально-параллельной шины 16,9-30ДП (на 9,2 процента) и меньшем ее буксовании, что предопределяет меньшее истирание почвы данным типом шин. Установлено, что применение опытных шин 16,9-30ДП снижает уплотняющее воздействие агрегата на почву. Прирост тягового сопротивления по следу колеса составляет 47,5 и 27,9 процентов с серийной и опытной шинами соответственно. (Выводы) Определены оптимальные параметры диагонально-параллельной шины: слойность каркаса – 6, угол наклона нитей корда к меридиану в самом широком месте – 33,4, внутреннее давление воздуха – 0,0995 МПа.*

Ключевые слова: *пневматическая шина, жесткость, демпфирование, буксование, коэффициент полезного действия, почва, уплотнение.*

Для цитирования: *Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Оптимизация конструктивных параметров тракторных пневматических шин //Технический сервис машин. 2019. N.1. С. 75-82.*

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF TRACTOR PNEUMATIC TIRES

Sergey G. Parkhomenko[1], Ph.D.(Eng.), associate professor;
Galina G. Parkhomenko[2], Ph.D.(Eng.), leading researcher
[1]Azov-black sea engineering Institute – branch of don state agrarian University, Zernograd, Rostov region, Russian Federation;
[2]North-Caucasus scientific research Institute mechanization and electrification of agriculture "Agricultural research center "Donskoy", Zernograd, Rostov region, Russian Federation

Abstract. *The performance of machine-tractor units is strongly influenced by the perfection of the propellers, among which the wheels are dominant. (Purpose of research) to Improve the efficiency and ensure the operational reliability of machine-tractor units due to the optimal combination of parameters of the internal structure of tractor pneumatic tires. (Materials and methods) We studied the characteristics of pneumatic tires size 16,9-30 radial (serial) model f-39 and diagonal-parallel (experimental) design. The design parameters of the diagonal-parallel tires are due to the Latin square (3x3). Installation for testing pneumatic tires (tire tester) allows you to determine the necessary indicators in real-world conditions. The tire tester is designed for experimental studies of elastic-damping, deformation, traction characteristics of tractor pneumatic tires. The developed method of experimental studies allows to determine the necessary characteristics of pneumatic tires, compare different options. (Results and discussion). The experimental traction characteristics of pneumatic tires show a higher efficiency of the diagonal-parallel 16.9-30DP tire and its less slipping, which predetermines less abrasion of the soil with this type of tire. It has been established that the application of the experimental tires 16.9-30DP reduces the compaction of the unit on the soil. The increase in tractive resistance along the wheel is 47,5 and 27,9%, respectively, with production and experimental tires. In theoretical studies, the multiplicative optimization criteria were used. An algorithm for finding the minimum of objective function was made. (Conclusion) The optimal parameters of diagonal-parallel tire were determined: the ply layers is 6, the cord inclination to the meridian in the widest place is 33,4o, the internal air pressure is 0,0995 MPa.*

Keywords: *pneumatic tire, stiffness, damping, slippage, coefficient of efficiency, soil, compaction.*

For citation: *Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Optimization of design parameters of tractor pneumatic tires . Technical service of machines. 2019. N.1. P. 75-82 (In Russian).*

Введение (актуальность). На показатели функционирования машинно-тракторных агрегатов сильное влияние оказывает совершенство движителей, среди которых колесные являются доминирующими. В общем случае при движении ведущего колеса по деформируемой поверхности (почве) происходят радиальная и тангенциальная деформации шины, радиальные колебания элементов шины, смятие грунта, проскальзывание отдельных частей пятна контакта шины относительно опорной поверхности, вертикальные колебания и буксование колеса.

На все это затрачивается энергия, полученная шиной от двигателя. Тягово-сцепные свойства тракторов могут быть улучшены путем выбора оп-

тимальных для данных условий работы размеров шин, давления воздуха в шинах и нагрузки на шины, применением дополнительных приспособлений (полугусеничного хода, дополнительных почвозацепов, ведущих осей и сдвоенных шин) [1-8]. Процесс взаимодействия движителей с почвой определяется характером изменения напряжений и деформаций в почве при воздействии на нее движителя и характеризуется затратами энергии на образование колеи, сопротивление перекатыванию и буксование и величиной реализуемой движителями касательной силы тяги. Оптимизация параметров пневматической шины как одного из звеньев колебательной системы и основного элемента колесного движителя является одним из направлений повышения эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов.

Цель исследования – повысить эффективность функционирования и обеспечить эксплуатационную надежность машинно-тракторных агрегатов за счет оптимального сочетания параметров внутреннего строения тракторных пневматических шин.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования включают испытания пневматических шин, конструктивные факторы которых определяются латинским (3×3) квадратом [1, 7, 8]. Теоретические исследования заключаются в поиске минимума целевой функции с использованием мультипликативного критерия оптимизации методом покоординатного спуска.

В процессе экспериментальных исследований изучали характеристики пневматических шин размера 16,9-30 опытной диагонально-параллельной конструкции [1, 7, 8, 12-14]. Элементы наружной геометрии и высота грунтозацепов, коэффициент насыщенности рисунка протектора опытных шин такие же, как у серийных шин 16,9R30 модели Ф-39. Нити корда диагонально-параллельной шины расположены таким образом, что составляют острый угол с направлением движения, причем направление нитей в смежных слоях одинаковое (рис. 1). Вследствие этого под действием крутящего момента они работают на растяжение, а под действием вертикальной нагрузки в зоне контакта – на изгиб.

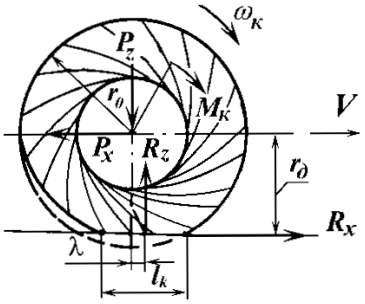


Рис. 1. Принципиальная схема диагонально-параллельной шины

Для исследований оптимизации конструктивных факторов диагонально-параллельных шин использовался комплект, состоящий из 9 шин, конструктивные факторы которых определяются латинским (3×3) квадратом.

Установка для испытаний пневматических шин «шинный тестер» включает: тягач; шарнирную раму, состоящую из привалочной, промежуточной и задней секции; ось, закрепленную в измерительных узлах; механизм привода испытуемого колеса, состоящий из гидромотора, обгонной муфты, цилиндрического и планетарного редуктора; механизм компенсации реактивного момента, состоящий из траверсы и реактивных тяг; путеизмеритель-

ное колесо; регистрирующую аппаратуру и пульт управления, расположенные в кабине трактора (рис. 2) [1, 7-11]. Задняя секция шарнирной рамы выполнена разъемной с поворотной боковой балкой, один конец которой соединен с рамой вертикальным шарниром, а другой – резьбовым соединением. Испытуемое колесо крепится к водилу планетарного редуктора. Ось выполнена разъемной и опирается на раму через наборные шариковые подшипники, установленные в измерительных узлах.

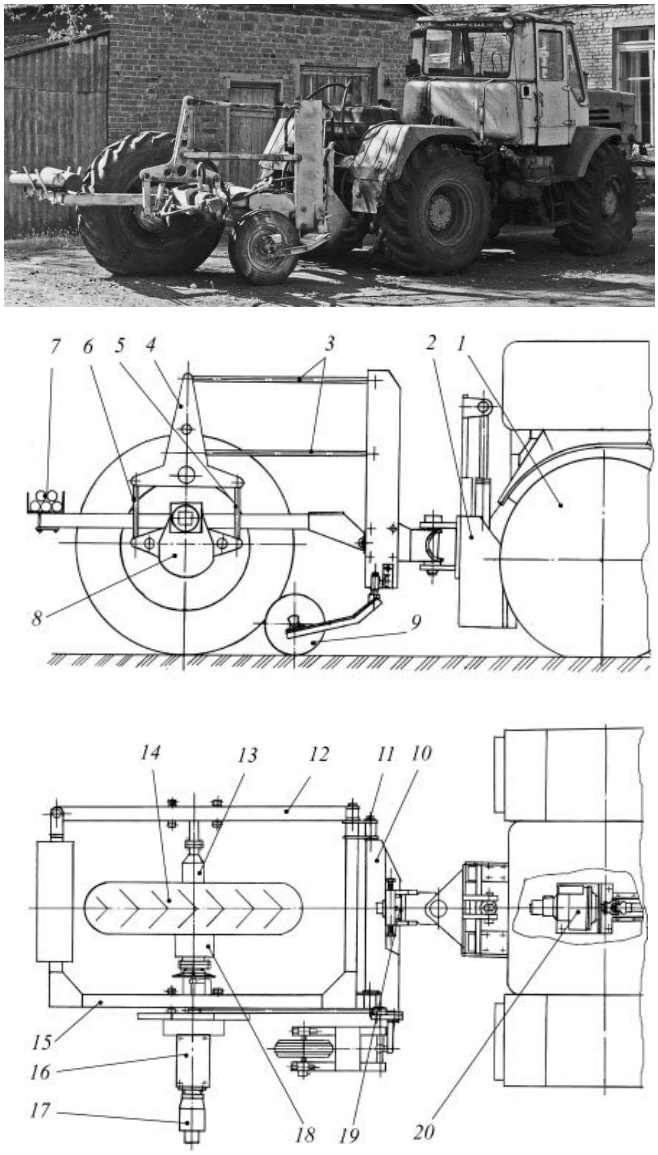


Рис. 2. Шинный тестер: 1– тягач; 2 – привалочная рама; 3, 5, 6 – реактивные штанги; 4 – траверса; 7 – грузы; 8 – цилиндрический редуктор; 9 – путеизмерительное колесо; 10 – промежуточная рама; 11 – горизонтальный шарнир; 12 – боковая балка; 13 – ось; 14 – испытуемое колесо; 15 – рама; 16 – обгонная муфта; 17 – гидромотор; 18 – планетарный редуктор; 19 – продольный шарнир; 20 – гидронасос с регулируемой подачей масла

Конструкция подшипников позволяет оси колеса совершать вращатель-

ное движение относительно своей оси, боковое перемещение (вдоль своей оси), а также продольное перемещение. В измерительных узлах установлены измерительные звенья для регистрации продольных сил. Механизм привода испытуемого колеса – гидростатическая передача ГСТ-90. На тракторе-тягаче установлен насос с переменной подачей масла, который связан с ВОМ трактора. Гидромотор через обгонную муфту соединен с цилиндрическим редуктором, который связан с входным валом планетарного редуктора. Корпус планетарного редуктора соединен с рамой посредством реактивных штанг. Вертикальные штанги являются измерительными звеньями и служат для измерения реактивного момента, равного и противоположно направленного крутящему моменту колеса. Вертикальная нагрузка на ось испытуемого колеса задается с помощью грузов, размещаемых на задней секции рамы тестера.

Для измерения пройденного пути и скорости движения и буксования служит путеизмерительное колесо. Измерительный комплекс включает силоизмерительные датчики, датчики оборотов испытуемого и путеизмерительного колеса, датчики давления в контакте пневматической шины с опорным основанием, датчик деформации шины, датчик угла поворота оси колеса, регистрирующую аппаратуру. Динамометр устанавливается вместо задней вертикальной штанги механизма компенсации реактивного момента. Испытуемое колесо размещали на «шинном тестере».

Нормальная нагрузка на испытуемые шины составляла 14 кН. Изменением подачи гидронасоса «шинного тестера» за счет рассогласования скоростей тягача и испытуемого колеса создавали требуемый крутящий момент на колесе, величину которого определяли по динамометру. Крутящий момент устанавливали на колесе от нуля (ведомый режим) до максимального (ведущий режим).

Запись исследуемых показателей производили при строго прямолинейном движении тестера. Площадь контакта на почвенном опорном основании определяли по осциллограммам контактных давлений с использованием потенциометрических датчиков давления. Датчики устанавливали на выступах грунтозацепов в плечевых зонах, по экватору и между экватором и плечевыми зонами испытуемой пневматической шины.

При качении колеса в ведомом режиме осуществляли запись контактных давлений, которые характеризуют длину поверхности контакта шины с почвой в соответствующем сечении. Для определения энергозатрат на обработку почвы по следу ведущих колес трактора использовали брус культиватора КРН-5,6 с двумя закрепленными на нем секциями и двумя опорными колесами и динамометрической автосцепкой [1, 7, 8, 12-14].

Результаты и обсуждение. Экспериментальные тяговые характеристики пневматических шин свидетельствуют о большем КПД диагонально-параллельной шины 16,9-30ДП (на 9,2%) и меньшем ее буксовании, что предопределяет меньшее истирание почвы данным типом шин. Установлено, что применение опытных шин 16,9-30ДП уменьшает уплотняющее воздействие агрегата на почву.

Результаты экспериментальных исследований уплотняющего воздействия шин на почву по методике ГОСТ 26953-86, ГОСТ 26954-86, ГОСТ 26955-86 показывают, что при работе трактора на опытных шинах наблюдают большую контурную площадь контакта (на 3,14%), меньшее максимальное давление движителя на почву (на 3,05%) и нормальное напряжение

в почве на глубине 0,5 м (на 0,85%) [10-12]. Прирост тягового сопротивления секций культиватора КРН-5,6 по следу колеса составляет 47,5 и 27,9% с серийной и опытной шинами соответственно.

По результатам измерений и расчетов получены регрессионные зависимости от конструктивных факторов (X_1 – слойность каркаса, X_2 – угол наклона нитей корда каркаса, X_3 – внутреннее давление воздуха в шине) для следующих показателей диагонально-параллельной шины: $F_{кп}$ – площадь контакта на поле под посев, $м^2$; Δ – относительная деформация – отношение радиальной деформации к высоте профиля шины (%) на бетоне; $f_б$, f_c – коэффициенты сопротивления качению на бетоне и стерне озимой пшеницы; K_c – коэффициент увеличения площади контакта на стерне озимой пшеницы; $\eta_{пп}$, $\eta_{ст}$ – КПД шин на стерне озимой пшеницы и поле, подготовленном под посев, соответственно.

$$F_{кп} = 0{,}0213096 - 0{,}0055X_1 + 0{,}01971X_2 - 0{,}22981X_3 + 0{,}00067X_1^2 - 0{,}00031X_2^2 + 0{,}07963X_3^2, \text{м}^2,$$

$$\Delta = 33{,}78 - 0{,}2091X_1 + 0{,}0003X_2 - 10{,}44X_3, \ \%$$

$$f_б = 0{,}0937 - 0{,}00082X_1 - 0{,}00132X_2 - 0{,}0235X_3$$

$$f_{ст} = 0{,}35464 + 0{,}0386X_1 - 0{,}0204X_2 - 0{,}1305X_3 - 0{,}00418X_1^2 + 0{,}0003X_2^2 + 0{,}072559X_3^2,$$

$$K_{ст} = 1{,}7886 + 0{,}13175X_1 + 0{,}0091X_2 - 2{,}94759X3 - 0{,}01596X_1^2 + 0{,}00017X_2^2 + 1{,}51296X_3^2,$$

$$\eta_{пп} = -0{,}5549 - 0{,}020X_1 + 0{,}0878X_2 - 0{,}3206X_3 + 0{,}00237X_1^2 - 0{,}00132X_2^2 + 0{,}15X_3^2,$$

$$\eta_{ст} = 1{,}2 - 0{,}09908X_1 - 0{,}0301X_2 + 0{,}359X_3 + 0{,}01187X_1^2 + 0{,}0005X_2^2 - 0{,}21667X_3^2.$$

Исходя из условий работы универсально-пропашного трактора «Беларусь», для которого основные требования к движителю заключаются в обеспечении минимального уплотняющего воздействия на почву при достаточно высоких тягово-энергетических характеристиках, задачу оптимизации конструктивных факторов пневматических шин можно сформулировать: найти такое сочетание слойности, угла наклона нитей корда каркаса и внутреннего давления воздуха в шине, которое создает максимум ее площади на поле, подготовленном под посев, при минимальных значениях радиальной деформации, сопротивления качению на стерне и бетоне и коэффициента увеличения площади контакта на стерне по сравнению с бетоном.

Дополнительно принимают во внимание и величины КПД шин на стерне и поле под посев. Оптимизация по частному критерию с заданными ограничениями носит субъективный характер и не всегда позволяет найти правильное сочетание конструктивных параметров, удовлетворяющее всем предъявляемым требованиям. Более целесообразно использовать аддитивный или мультипликативный критерии оптимизации.

Таким образом, необходимо найти минимум целевой функции:

$$Y = \frac{\Delta^3 f_б f_{cm} K_{cm}^3}{F_{кп}^4 \eta_{nn}^2 \eta_{cm}^2}, \text{ \%}^3/\text{м}^8.$$

На основе полученных зависимостей составили алгоритм, по которому рассчитали в среде MATHCAD поиск минимума целевой функции методом покоординатного спуска. Определено-минимальное значение целевой функции Y_{min}=3540 %3/м^8 при слойности каркаса – 6, угле наклона нитей корда к меридиану в самом широком месте – 33,4° внутреннем давлении воздуха – 0,0995 МПа. Площадь контакта шины на поле, подготовленном под посев – 0,175 м^2 при относительной радиальной деформации 22,1%. Значения КПД шины на стерне озимой пшеницы и поле, подготовленном под посев, составляют соответственно 0,728 и 0,70. Величина коэффициента сопротивления качению такой шины на бетоне – 0,021, на стерне – 0,031. Коэффициент увеличения площади контакта на стерне по сравнению с бетоном – 1,064.

Выводы. Разработанная методика экспериментальных исследований позволяет определять необходимые характеристики пневматических шин, выполнять сравнения их различных вариантов.Экспериментальные исследования характеристик пневматических шин свидетельствуют о большем КПД диагонально-параллельной шины (на 9,2%), меньшем буксовании и снижении уплотняющего воздействия на почву.Для шины 16,9-30ДП определены следующие оптимальные параметры: слойность каркаса – 6, угол наклона нитей корда к меридиану – 33,4^o, внутреннее давление воздуха – 0,0995 МПа.

Библиографический список

1. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Повышение энергоэффективности мобильных почвообрабатывающих агрегатов // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. N3 (18). С. 40-47.

2. Пархоменко Г.Г., Пархоменко С.Г. Снижение уплотнения почвы при производстве зерна // Хранение и переработка зерна. 2017. N2 (210). С. 20-24.

3. Пархоменко Г.Г., Пархоменко С.Г. Оптимизация показателей технологических процессов сельскохозяйственного производства в растениеводстве // Хранение и переработка зерна. 2017. N1 (209). С. 55-60.

4. Золотаревская Д.И. Исследование и расчет уплотнения почвы при работе и после остановки колесного трактора // Тракторы и сельхозмашины. 2016. N8. С. 33-38.

5. Золотаревская Д.И. Метод расчета показателей напряженно-деформированного состояния и уплотнения почвы при работе и после остановки колесного трактора // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. N7-5. С. 754-763.

6. Золотаревская Д.И. Обоснование и экспериментальное подтверждение математических моделей закономерностей деформирования вязкоупругих почв // Международный журнал экспериментального образования. 2013. N3. С. 72-76.

7. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Экспериментальное исследование характеристик тракторных пневматических шин // Тракторы и сельхозмашины. 2017. N11. С. 40-48.

8. Пархоменко С.Г. Основы методики исследования характеристик тракторных шин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. N3. С. 173-175.

9. Патент на изобретение № 2107275. Российская Федерация. / Кравченко В.А.,

Яровой В.Г., Пархоменко С.Г., Меликов И.М., Яровой А.В. Шинный тестер. Опубликовано 20.03.98.

10. Патент на изобретение № 2085891. Российская Федерация / Пархоменко С.Г., Яровой В.Г., Кравченко В.А., Меликов И.М. Шинный тестер. Опубликовано 27.07.97.

11. Патент на изобретение № 2092806, Российская Федерация / Меликов И.М., Яровой В.Г., Яровой А.В., Кравченко В.А., Пархоменко С.Г Шинный тестер. Опубликовано 10.10.97.

12. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Динамометрирование навесных сельскохозяйственных машин // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124. N1. С. 125-129.

13. Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. Измерение силы тяги на крюке трактора в агрегате с навесной сельскохозяйственной машиной // Тракторы и сельхозмашины. 2016. N4. С. 15-19.

14. Пархоменко С.Г. Автосцепка для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. N3. С. 165-167.

References

1. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Increase in energy efficiency of mobile tillage units. Innovatsii v sel'skom khozyaystve. 2016. N3 (18). 40-47.

2. Parkhomenko G.G., Parkhomenko S.G. Reduction of soil compaction in the production of grain. Storage and processing of grain. 2017. N2 (210). 20-24.

3. Parkhomenko G.G., Parkhomenko S.G. Optimization of indicators of technological processes of agricultural production in plant growing. Khraneniye i pererabotka zerna. 2017. N1 (209). 55-60.

4. Zolotarevskaya D.I. Study and calculation of soil compaction during operation and after stopping the wheeled tractor. Traktory i sel'khozmashiny. 2016. N8. 33-38.

5. Zolotarevskaya D.I. Method of calculation of indicators of stress-strain state and soil compaction at work and after the wheel tractor stop. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2016. N7-5. 754-763.

6. Zolotarevskaya D.I. Justification and experimental confirmation of mathematical models of laws of deformation of viscoelastic soils. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2013. N3. 72-76.

7. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Experimental study of the characteristics of tractor pneumatic tires. Traktory i sel'khozmashiny. 2017. N11. 40-48.

8. Parkhomenko S. G. Fundamentals of the methods of examination of tractor tires characteristics. Bulltnin of the Belarussian state agricultural academy. 2018. N3. 173-175.

9. Patent No. 2107275 Russian Federation. Tire tester. Kravchenko V.A., Yarovoy V.G., Parkhomenko S.G., Melikov I.M. , Yarovoy A.V. Published on 20.03.97.

10. Patent No. 2085891 Russian Federation. Tire tester. Parkhomenko S.G., Yarovoy V.G., Kravchenko V.A., Melikov I.M. Published on 27.07.97.

11. Patent No. 2092806 Russian Federation. Tire tester. Melikov I.M., Yarovoy V.G., Yarovoy A.V., Kravchenko V.A., Parkhomenko S.G. Published on 10.10.97.

12. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Dynamometry of mounted agricultural machines. Trudy GOSNITI. 2016. Vol. 124. No 1. 125-129.

13. Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G. Measuring the traction force on the tractor hook in a unit with a mounted agricultural machine. Traktory i sel'khozmashiny. 2016. N4. 15-19.

14. Parkhomenko S. G. Automatic coupler for dynamometry of mounted agricultural machines. Bulltnin of the Belarussian state agricultural academy. 2018. N3. 165-167.