patentoobladatel' FGBOU VO Voronezhskij GAU. № 2020128722; zayavl. 28.08.20; opubl. 07.06.21. Byul. № 31. 10 s.

Сведения об авторах
Принадлежность к организации

Беляев Александр Николаевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: aifkm_belyaev@mail.ru.

Афоничев Дмитрий Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники и автоматики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: dmafonichev@yandex.ru.

Тришина Татьяна Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: t.v.trishina@gmail.com.

Author credentials
Affiliations

Belyaev Alexander – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the department of applied mechanics of the federal state budgetary educational institution of higher education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great», Russia, Voronezh, e-mail: aifkm_belyaev@mail.ru.

Afonichev Dmitry – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of electrical engineering and automation of the federal state budgetary educational institution of higher education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great», Russia, Voronezh, e-mail: dmafonichev@yandex.ru.

Trishina Tatiana – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department of applied mechanics of the federal state budgetary educational institution of higher education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great», Russia, Voronezh, e-mail: t.v.trishina@gmail.com.

Поступила в редакцию (Received): 23.03.2022 Принята к публикации (Accepted): 25.03.2022

УДК 631.373
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-2-22 -29

ПРИМЕНЕНИЕ ШИН УВЕЛИЧЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

[1]Ревенко Валерий Юрьевич
[1]Иванов Артем Борисович
[1]Скорляков Виктор Иосифович
[1]Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ)

Реферат. *Известно, что одним из наиболее эффективных способов повышения тягово-сцепных показателей колесных машин, является увеличение площади контакта движителя с опорной поверхностью. Представлены показатели эффективности от использования шин увеличенной размерности, за счет снижения уровня непроизводительных потерь на самопередвижение, буксование и обработку переуплотнённой почвы по следу шин. Приведены результаты сравнительных оценок тяговых и эксплуатационно-технологических показателей трактора Т-150К на вспашке с серийными шинами размерности 21,3R24 и шинами 66х43R25 с дисками DW36х25. В результате проведенного исследования получено увеличение тягового КПД трактора на стерневом фоне на 11 – 44,5 %. Получен рост в 1,36 раза тягового усилия,*

развиваемого трактором по равнению с серийным вариантом при уровне буксования 15 %. Сравнительной оценкой эксплуатационных показателей установлено, что при работе с 5-корпусным плугом, производительность агрегата с шинами 66x43R25 была на 40 % выше, чем у серийного образца, а погектарный расход топлива – на 38 % ниже. При работе с 4-корпусным плугом различия производительности по вариантам составили 36 %, а удельного расхода топлива – 32 %.

Ключевые слова: *трактор, пахотный агрегат, шины, сравнительная оценка, производительность, удельный расход топлива, буксование.*

USE OF INCREASED TIRES AS A WAY TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE MACHINE-TRACTOR UNIT

[1]Revenko Valery
[1]Ivanov Artem
[1]Skorlyakov Viktor
[1]Novokuban branch of FSBSI "Rosinformagrotech"(KubNIITiM)

Abstract. *It is known that one of the most effective ways to improve the traction performance of wheeled vehicles is to increase the area of contact between the propeller and the supporting surface. The performance indicators from the use of tires of increased dimension are presented, by reducing the level of unproductive losses for self-movement, slipping and processing of over-compacted soil along the tire track. The results of comparative assessments of traction and operational and technological indicators of the T-150K tractor on plowing with serial tires of dimension 21.3R24 and tires 66x43R25 with DW36x25 disks are presented. As a result of the study, an increase in the traction efficiency of the tractor on a stubble background by 11 - 44.5% was obtained. An increase of 1.36 times in the traction force developed by the tractor compared to the serial version with a slipping level of 15% was obtained. Comparative evaluation of performance indicators found that when working with a 5-furrow plow, the performance of the unit with 66x43R25 tires was 40% higher than that of the serial sample, and per hectare fuel consumption was 38% lower. When working with a 4-furrow plow, the differences in productivity by options amounted to 36%, and specific fuel consumption - 32%.*

Keywords: *tractor, arable unit, tires, comparative assessment, productivity, specific fuel consumption, slippage.*

Введение. В настоящее время в мире наблюдается ухудшение экологической ситуации, связанное с возросшим потреблением минерального топлива. Пробуксовка трактора – один из основных энергоэкономических показателей функционирования тракторных агрегатов. Также – это один из основных показателей взаимодействия ходовой системы трактора с почвой [1, 2]. С ростом коэффициента буксования увеличивается перетирание верхнего слоя почвы, возрастает её плотность, процент содержания пылевых частиц, уменьшается водопроницаемость корнеобитаемого слоя почвы. Как следствие – происходит снижение урожайности возделываемых культур. Поэтому задача ограничения потерь от буксования ведущих колес сельскохозяйственных тракторов достаточно актуальна.

Наибольшая пробуксовка колес отмечена на таких энергоемких технологических операциях как вспашка, чизелевание и других. Известно, что уровень допустимого буксования может быть установлен исходя из экономически эффективного режима работы агрегата на основе компромисса между производительностью и эксплуатационными затратами. При этом генерация требуемого тягового усилия невозможна без буксования колес. По мнению некоторых исследователей, максимальное тяговое усилие может быть развито при пробуксовке порядка 15-20 % [3-5]. Но, вследствие негативного влияния процесса проскальзывания на поверхностный слой почвы ряд ученых не рекомендуют превышать порог предельного буксования колесного трактора выше 15 % [6,7]. В случаях, когда та или иная технологическая операция подразумевает длительную работу тракторного агрегата в режиме высокой крюковой нагрузки (вспашка, чизелевание), оптимальное значение буксования рекомендуют снизить ещё в большей степени – до 8-12 % [3]. В качестве аргументации приводят следующие доводы: если проскальзывание слишком большое – снижается срок эксплуатации шины и тяговый КПД, растет

эксплуатационный расход топлива. Слишком низкое буксование, как правило, говорит о недостаточной ширине захвата сагрегатированного орудия или о необходимости увеличения рабочей скорости (до регламентированного уровня). В целом такой режим работы приводит к неоправданным затратам мощности и топлива на самопередвижение агрегата и излишнему переуплотнению почвы [8-10], что также негативно отражается на производительности.

Следует также отметить, что в исходных требованиях к основным агротехническим показателям сельскохозяйственных тракторов, буксование тракторов при номинальном тяговом усилии не должно превышать 16, 14 и 3 %, соответственно, для колесных 4К2, 4К4 и гусеничных тракторов [11].

Одним из наиболее эффективных способов повышения тягово-сцепных показателей колесных машин является увеличение площади контакта движителя с опорной поверхностью [12]. По результатам предыдущих исследований выявлено, что правильный подбор типоразмера шин, позволяет повысить тягово-скоростные показатели МТА, его агротехническую проходимость, топливную экономичность и экологическую безопасность.

Цель данного исследования – исследование количественных показателей изменения тяговой эффективности трактора класса 3, его производительности и расхода топлива на одной из самых энергоемких технологических операций – на вспашке, при оснащении его шинами различных типоразмеров.

Материалы и методы.

Сравнительная оценка осуществлялась путем поочередной установки на один и тот же трактор серийных шин размерностью 21,3R24 и шин увеличенного типоразмера 66х43R25 (1000/50R25). При этом соблюдалась максимально возможная идентичность как по почвенным, так и по атмосферным условиям.

У серийных шин передней оси устанавливали внутришинное давление на уровне 120 кПа, у шин задней оси - 100 кПа. Во втором варианте опытов трактор укомплектовывали шинами размерности 66х43R25 с дисками DW36х25. Отличительной особенностью указанных колесных движителей радиальной конструкции является их высокая эластичность и пониженная норма слойности. Вследствие их высокой грузоподъёмности, внутришинное давление в данном варианте устанавливали несколько меньшим: 80 кПа у колес передней оси и 60 кПа – у колес задней оси. Показатели шин без вертикальной нагрузки представлены в таблице 1, статические показатели шин – в таблице 2.

Таблица 1 – Показатели шин без вертикальной нагрузки

Шина	Диаметр обода, мм	Свободный диаметр, мм	Высота профиля, мм	Высота грунтозацепов, мм
21,3R24	588	1394	403	37
66х43R25	635	1712	539	30

Таблица 2 – Статические характеристики шин

Шина	Нагрузка на колесо, кН	Давление в шине, кПа	Деформация профиля,		Контурная площадь контакта, см^2
			мм	%	
21,3R24	24,5	100	75	18,6	1904
66х43R25	26,2	60	150	28	5220

Оценку тяговых показателей проводили в соответствии с ГОСТ 30745—2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей». Расход топлива как при проведении тяговых испытаний, так и при эксплуатационно-технологических оценках замеряли с помощью расходомера ИП-263И с ценой деления одного импульса 2,16 см^3/имп. Регистрацию показателей осуществляли посредством информационно-измерительной системы ИП256М конструкции КубНИИТиМ, отличающейся компактным исполнением и малым потреблением энергии.

Контрольные опыты проводили с использованием измерительной системы ИП-254М и в соответствии с ГОСТ 24055—88 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения».

При проведении тяговых испытаний тяговую нагрузку изменяли последовательно - от низких, до максимальных значений. Максимальное тяговое усилие ограничивалось для трактора с шинами 66х43-25 падением оборотов двигателя ниже 1700 об/мин, а для серийной компоновки – предельным значением уровня буксования – 37-38 % (что несколько выше регламентируемого ГОСТ 30 %-го уровня.

Тяговые показатели определяли на стерне озимой пшеницы с влажностью почвы в слое 0…30 см – 24 %, контрольные опыты – на стерне озимого ячменя с влажностью почвы 19,6 % в слое 0-30 см.

Агрофизические характеристики почвы оценивали с применением комплекта оборудования передвижной агрохимической лаборатории.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 приведены данные для сравнительной оценк тяговой мощности и буксования трактора Т-150К, оснащенного различными типами колесных движителей.

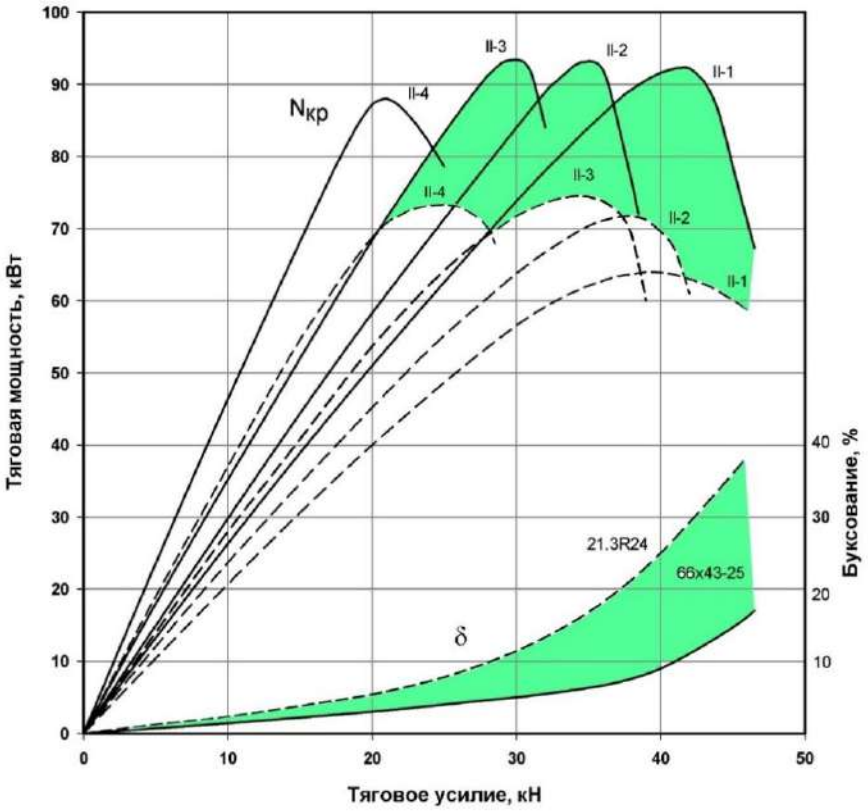

Рисунок 1 – Сравнение тяговых показателей трактора Т-150К с шинами разных типов (- серийные шины 21,3R24; ---- шины увеличенного типоразмера 66х43R25)

Из приведенных диаграмм следует, что при установке на трактор шин размерности 66х43R25 потенциальная тяговая характеристика выровнялась по горизонтали во всем диапазоне тяговых усилий, а абсолютная величина условного тягового КПД достигла значений 0,701-0,737, характерных больше для гусеничной техники (таблица 3). При этом, тяговый КПД по отношению к серийному образцу возрос на всех передачах на 11 - 44,5 %. Существенно повысился коэффициент использования сцепного веса $\varphi_{кр}$. Так при 15 %-м уровне буксования на серийных шинах $\varphi_{кр}$ = 0,428, на широкопрофильных – $\varphi_{кр}$ = 0,545 (прирост 27,3 %). Тяговое усилие $P_{кр}$,

развиваемое трактором при том же 15 %-м уровне буксования возросло в 1,36 раза (с 33,2 кН до 45,2 кН).

Таблица 3 – Тяговые показатели трактора Т-150К на стерневом фоне при максимальной тяговой мощности*

Комплектация шинами	Передача	$N_{кр}$	$P_{кр}$	$V_т$	$G_т$	$g_{кр}$	$n_д$	δ	Условный. тяговый КПД
66х43R25	II-1	92,5	41,5	2,23	29,6	320	2065	10,2	0,737
	II-2	93,1	35,0	2,66	29,4	316	2100	6,3	0,742
	II-3	93,0	30,0	3,10	28,6	308	2010	5,0	0,741
	II-4	88,0	21,0	4,19	28,8	327	2020	3,2	0,701
21.3Р24	II-1	64,0	40,0	1,60	26,2	409	2160	25,0	0,510
	II-2	71,7	38,0	1,89	28,4	396	2140	21,4	0,572
	II-3	74,5	34,5	2,16	29,3	394	2050	16,1	0,594
	II-4	73,3	23,4	3,13	29,1	397	2000	4,3	0,584

*Пояснения к таблице: $N_{кр}$ – тяговая мощность, кВт; $P_{кр}$, – тяговое усилие на крюке, кН; $V_т$, – скорость движения трактора, м/с; $G_т$ – часовой расход топлива, кг/ч; $g_{кр,}$ – удельный расход топлива, г/(кВт-ч); $n_д$ – частота вращения коленвала двигателя, об/мин; δ – буксование, %.

На опытном образце предельное значение $P_{кр}$=46,5 кН было достигнуто при работе двигателя на корректорном участке регуляторной характеристики и падении оборотов до 1450 об/мин. На серийных шинах максимум развиваемого трактором тягового усилия был получен при уровне буксования 38,4 %. При этом, двигатель трактора работал в пределах регуляторного участка характеристики (2150 об/мин).

При проведении хронометражных наблюдений пахотный агрегат Т-150К с серийными шинами двигался правым бортом по дну борозды. В варианте с шинами 66х43R25 с целью улучшения условий труда механизатора и повышения устойчивости и прямолинейности движения трактора была апробирована схема агрегатирования, при которой движение трактора осуществлялось со свесом колес правого борта над бороздой на 0,5-0,55 м. Результаты опытной проверки приведены в таблице 4, из которой следует, что при работе с 5-корпусным плугом производительность агрегата с шинами 66х43-25 была на 40 % выше, чем у серийного образца, а погектарный расход топлива – на 38 % ниже.

Таблица 4 – Основные показатели работы пахотного агрегата

Параметры	Т-150К с шинами 66х43R25		Т-150К с шинами 21.3R24	
Тип плуга	ПЛН-5-35	ПЛН-4-35	ПЛН-5-35	ПЛН-4-35
Твердость необработанной почвы в слое 0-30 см, МПа	1,7	1,7	1,7	1,7
Рабочая скорость, м/с	2,84	3,32	2,01	2,52
Ширина захвата, м	1,84	1,70	1,86	1,66
Глубина обработки, см	21,1	20,3	21,9	21,7
Производительность за час основного времени, га/ч	1,89	2,04	1,35	1,50
Часовой расход топлива, кг/ч	27,1	27,6	26,6	27,0
Удельный расход топлива, кг/га	14,2	13,4	19,6	17,8
Коэффициент использования мощности двигателя	0,93	0,94	0,91	0,92

Указанный рост эффективности объясняется более высокими тягово-сцепными качествами техники с крупногабаритными колесными движителями. Кроме того, равномерное расположение максимумов тяговых мощностей в диапазоне тяговых нагрузок от 21 до 42 кН (см. рисунок 1)

позволило, в зависимости от величины тягового сопротивления орудия, выбирать необходимую скорость движения практически без снижения высокого условного тягового КПД трактора. При работе с 4-х корпусным плугом различия в производительности по вариантам составили 36%, а в удельном расходе топлива – 32,8 %.

Следует отметить, что прирост производительности пахотного агрегата получен не только за счет существенного снижения уровня буксования трактора, но и за счет обработки менее уплотненной колесами трактора почвы. Так, если твердость почвы вне следа трактора в слое 0-30 см в среднем составляла 1,68 МПа, то в следе серийной машины данный показатель составил 2,31 МПа. В следе образца с шинами 66х43-25 – 1,88 МПа.

Анализом проб вспаханной почвы по следам тракторов и вне их следа установлено, что коэффициент крошения пласта по следу в серийном варианте трактора был в 1,36 раза хуже, чем на неуплотненной почве. Показатели крошения пласта почвы после прохода агрегата с широкими шинами отличались от контроля незначительно (Таблица 5).

При подготовке почвы под посев сахарной свеклы, то есть её вспашке на глубину 30-35 см плугом ПЛН-5-35, прирост производительности, в сравнении с контролем за час основного времени, у тракторного агрегата, оснащенного шинами 66х43R25 составил 32,9 %, при снижении удельного расхода топлива гектар на 27,8 %, (Таблица 6).

Таблица 5 – Основные характеристики почвы после вспашки

Вариант	Размер фракций (мм) и содержание их в пробе (%)				Коэффициент крошения пласта	Дисперсия	Ошибка средней
	> 200	200-100	100-50	<50			
Т-150К с шинами 21.3R24	27,0	8,9	11,0	53,1	0,53	0,32	0,04
Т-150К с шинами 66х43R25	7,5	9,0	12,6	70,9	0,70	0,29	0,03
Вне следа	14,5	3,6	10,0	71,9	0,72	0,28	0,03

Таблица 6 – Основные эксплуатационно-технологические показатели пахотного агрегата при подготовке почвы под посев сахарной свеклы

Параметры	Вспашка на глубину 30 - 35 см	
	Т-150К с шинами 21.3R24	Т-150К с шинами 66х43R25
Рабочая скорость, м/с	1,67	2,23
Производительность за час основного времени, га/ч	0,88	1,17
Степень повышения производительности, %	-	32,9
Расход топлива за час основного времени, кг/ч	29,10	30,29
Удельный расход топлива, кг/га	33,1	26,9
Степень снижения удельного расхода топлива, %	-	27,8

Таким образом, в реальных условиях эксплуатации полностью подтверждено предположение о значительном преимуществе трактора с крупногабаритными шинами на работах как с номинальными, так и с высокими тяговыми нагрузками.

Заключение. В результате проведённых исследований установлено, что двукратное увеличение ширины профиля шины в совокупности с увеличением свободного диаметра шины на 22,8 % без применения балластных грузов позволяет повысить тяговый КПД трактора на 20,0…44,5 %. За счет снижения затрат мощности на самопередвижение и буксование, производительность пахотного агрегата увеличилась на 32,9 %, при одновременном снижении погектарного расхода топлива на 27,8 %. Увеличение контурной площади контакта шины с опорным основанием способствует снижению уплотнения почвы по следу колеса на 37,5 %.

Список литературы

1. Липкович Э.И. Методические основы расчета и создания мобильных технологических агрегатов /Э.И. Липкович, Ю.И. Бершицкий, В.Б. Рыков, И.А. Камбулов, В.П. Богданович. Ростов-на-Дону: Терра, 2002. – 200 с.

2. Lee J W., Kim J. S. Kim K. U. S. Computer simulations to maximise fuel efficiency and work performance of agricultural tractors in rotovating and ploughing operations, Biosystems Engineering 142, 2016, pp. 1-11.

3. Molari, G., Bellentani, L., Guarnieri, A., Walker, M., Sedoni, E. Performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks. Biosystems engineering 111, 2012, pp. 57-63.

4. Jun H., Kishimoto T., Way T. R., Tauinguhi T. Three direction contact stress distributions for a pneumatic tractor tire in soft soil, Transaction of the ASAE, Vol 41, No 5, 1998, pp. 1237-1242.

5. Grečenko A, Prikner P. Tire rating based on soil compaction capacity. Journal of Terramechanics 52, 2014, pp. 77-92.

6. Porteš P., Bauer F., Čupera J. Laboratory-experimental verification of calculation of force effects in tractor's three-point hitch acting on driving wheels. Soil & Tillage Research 128, 2013, pp. 81- 90.

7. Rational use of energy potential and reduction of the negative impact on the soil of agricultural tractor propellers using instrumental control of slipping / A. B. Ivanov, V. F. Fedorenko, V. E. Tarkivsky, D. A. Petukhov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 3, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection, Moscow, 21 апреля 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012019. – DOI 10.1088/1755-1315/808/1/012019.

8. Lyasko M. I. How to calculate the effect of soil conditions on thrust performance, Journal of Terramechanics, 47, 2010, pp. 423-445.

9. Taghavifar H., Mardani A. On the modeling of energy efficiency indices of agricultural tractor driving wheels applying adaptive neuro-fuzzy inference system, Journal of Terramechanics 47, 2014, pp. 37-47.

10. Иванов, А. Б. К вопросу определения буксования сельскохозяйственных тракторов / А. Б. Иванов, В. Е. Таркивский, В. Ю. Ревенко // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 3(285). – С. 14-19. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-3-14-18.

11. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве: [сборник] / Министерство сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федеральное агентство по сел. хоз-ву; [разраб.: В. П. Елизаров и др.]. – М.: Росинформагротех, – 2005. – 270 с.

12. Уточненная методика определения площади опорной поверхности шин современной сельскохозяйственной техники / В. Ю. Ревенко, С. С. Фролов, А. Н. Ткаченко, А. Б. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 7(289). – С. 10-15. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-7-10-15.

References

1. Lipkovich E.I. Metodicheskie osnovy rascheta i sozdaniya mobil'nyh tekhnologicheskih agre-gatov /E.I.Lipkovich, YU.I.Bershickij, V.B.Rykov, I.A.Kambulov, V.P.Bogdanovich. Rostov-na-Donu: Terra, 2002. – 200 s.

2. Lee J W., Kim J. S. Kim K. U. S. Computer simulations to maximise fuel efficiency and work performance of agricultural tractors in rotovating and ploughing operations, Biosystems Engineering 142, 2016, pp. 1-11.

3. Molari, G., Bellentani, L., Guarnieri, A., Walker, M., Sedoni, E. Performance of an agricultural trac-tor fitted with rubber tracks. Biosystems engineering 111, 2012, pp. 57-63.

4. Jun H., Kishimoto T., Way T. R., Tauinguhi T. Three direction contact stress distributions for a pneumatic tractor tire in soft soil, Transaction of the ASAE, Vol 41, No 5, 1998, pp. 1237-1242.

5. Grečenko A, Prikner P. Tire rating based on soil compaction capacity. Journal of Terramechanics 52, 2014, pp. 77-92.

6. Porteš P., Bauer F., Čupera J. Laboratory-experimental verification of calculation of force effects in tractor's three-point hitch acting on driving wheels. Soil & Tillage Research 128, 2013, pp. 81- 90.

7. Rational use of energy potential and reduction of the negative impact on the soil of agricultural tractor propellers using instrumental control of slipping / A. B. Ivanov, V. F. Fedorenko, V. E. Tarkivsky, D. A. Petukhov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 3, Mining, Production,

Transmission, Processing and Environmental Protection, Moscow, 21 aprelya 2021 goda. – Moscow, 2021. – P. 012019. – DOI 10.1088/1755-1315/808/1/012019.

8. Lyasko M. I. How to calculate the effect of soil conditions on thrust performance, Journal of Terramechanics, 47, 2010, pp. 423-445.

9. Taghavifar H., Mardani A. On the modeling of energy efficiency indices of agricultural tractor driving wheels applying adaptive neuro-fuzzy inference system, Journal of Terramechanics 47, 2014, pp. 37-47.

10. Ivanov, A. B. K voprosu opredeleniya buksovaniya sel'skohozyajstvennyh traktorov / A. B. Ivanov, V. E. Tarkivskij, V. YU. Revenko // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2021. – № 3(285). – S. 14-19. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-3-14-18.

11. Iskhodnye trebovaniya na bazovye mashinnye tekhnologicheskie operacii v rastenievodstve: [sbornik] / Ministerstvo sel. hoz-va Ros. Federacii, Federal'noe agentstvo po sel. hoz-vu; [raz-rab.: V. P. Elizarov i dr.]. – M.: Rosinformagrotekh, – 2005. – 270 s.

12. Utochnennaya metodika opredeleniya ploshchadi opornoj poverhnosti shin sovremennoj sel'skohozyajstvennoj tekhniki / V. YU. Revenko, S. S. Frolov, A. N. Tkachenko, A. B. Ivanov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2021. – № 7(289). – S. 10-15. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-7-10-15.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Ревенко Валерий Юрьевич – ученый секретарь, кандидат технических наук, Новокубанского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», Россия, г. Новокубанск, e-mail: sksskniish@rambler.ru

Иванов Артем Борисович – научный сотрудник Новокубанского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», Россия, г. Новокубанск, e-mail: artem_b_ivanov@mail.ru

Скорляков Виктор Иосифович – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Новокубанского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», Россия, г. Новокубанск, e-mail: skorlv@yandex.ru.

Author credentials

Affiliations

Revenko Valery – Scientific Secretary, Candidate of Technical Sciences, Novokuban branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research Institute of Information and Feasibility Studies for Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex", Russia, Novokubansk, e-mail: sksskniish @rambler.ru.

Ivanov Artem Borisovich - researcher of the Novokuban branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research Institute of Information and Feasibility Studies for Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex", Russia, Novokubansk, e-mail: artem_b_ivanov@mail.ru

Skorlyakov Victor Iosifovich - Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Novokubansk branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research Institute of Information and Feasibility Studies for Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex", Russia, Novokubansk, e-mail: skorlv@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 26.03.2022 Принята к публикации (Accepted): 29.03.2022