

УДК 631.372

UDC 631.372

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТА С ТРАКТОРОМ КЛАССА 1,4 ОТ ТИПА МОДЕЛЕЙ ШИН ЕГО ДВИЖИТЕЛЕЙ

SOME RESULTS OF THE STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE FUNCTIONAL INDICATORS OF THE CULTIVATOR UNIT WITH A TRACTOR OF CLASS 1,4 DEPENDING ON THE TYPE OF TIRE MODELS OF ITS PROPELLERS

Кравченко Владимир Алексеевич
доктор технических наук, профессор
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru

Kravchenko Vladimir Alekseevich
Doctor of Technical Sciences, Professor
RSCI SPIN code = 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru

Кравченко Людмила Владимировна
доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой
РИНЦ SPIN-код = 9684-8955
e-mail: lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru.
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, Россия

Kravchenko Lyudmila Vladimirovna
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department
RSCI SPIN-code = 9684-8955
e-mail: lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru.
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, Russia

Цель работы: исследование зависимости функциональных показателей культиваторного агрегата с трактором класса 1,4 от модели шин (VL-32, 206Б и TM300S), устанавливаемых на его движители. Для колёсного мобильного энергосредства достижение высоких агротехнических и энергетических показателей определяется свойствами шин ведущих колёс. В результате полевых испытаний агрегатов для сплошной культивации на базе трактора класса 1,4 установлено, что комплектация их движителей шинами VL-32 с давлением в них 110 кПа по сравнению с шинами TM300S и 206Б, способствует: – снижению глубины колеи на 4,30 % и 14,87 %, а ширины – на 9,82 % и 0,55 % соответственно; – повышение загрузки двигателя трактора соответственно на 1,50 % и 3,30 %; – увеличение производительности культиваторного агрегата на 2,65 % и 8,30 % соответственно; – снижение на 2,70 % и 6,80 % удельного расхода топлива соответственно. При снижении давления до 0,08 МПа в шинах моделей VL-32, установленных на ведущих колёсах трактора были получены ещё более высокие агротехнические и энергетические показатели культиваторного агрегата

The purpose of the work is investigation of the dependence of the functional indicators of a cultivator unit with a class 1.4 tractor on the tire model (VL-32, 206B and TM300S) installed on its propellers. For wheeled mobile power equipment, the achievement of high agrotechnical and energy indicators is determined by the properties of the tires of the driving wheels. As a result of field tests of aggregates for continuous cultivation based on a class 1.4 tractor, it was found that the configuration of their propellers with VL-32 tires with a pressure of 110 kPa in them compared to TM300S and 206B tires contributes to: - a decrease in track depth by 4.30% and 14.87%, and width – by 9.82 % and 0.55 %, respectively; – increased tractor engine load by 1.50% and 3.30% respectively %; – an increase in the productivity of the cultivator unit by 2.65% and 8.30 %, respectively; – reduction by 2.70% and 6.80% of specific fuel consumption, respectively. When the pressure was reduced to 0.08 MPa in the tires of the VL-32 models mounted on the driving wheels of the tractor, even higher agrotechnical and energy indicators of the cultivator unit were obtained

Ключевые слова: КОЛЁСНОЕ МОБИЛЬНОЕ ЭНЕРГОСРЕДСТВО, МАШИННО-ТРАКТОРНЫЙ АГРЕГАТ, ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ, ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ

Keywords: WHEELED MOBILE POWER EQUIPMENT, MACHINE-TRACTOR UNIT, TRACTION RESISTANCE, TORQUE, ROTATION FREQUENCY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-193-020>

<http://ej.kubagro.ru/2023/09/pdf/20.pdf>

Введение. На функциональные показатели машинно-тракторных агрегатов (МТА), агрегируемых колёсными энергетическими средствами (МЭС), оказывают существенное влияние упругодемпфирующие свойства их силовых передач и шин движителей ходовых систем [1, 2, 3, 4]. Упругодемпфирующие свойства шин ведущих колёс колёсных МЭС определяются их внешними параметрами и показателями армирования внутреннего строения: число слоёв и углами укладки нитей корда брекера и каркаса [3, 4].

Целью работы является исследование зависимости функциональных показателей культиваторного агрегата с трактором класса 1,4 от модели шин (VL-32, 206Б и ТМ300S), устанавливаемых на его движители.

Методы исследований. Исследование функциональных показателей агрегата для сплошной культивации на базе трактора класса 1,4 в зависимости от комплектации его движителей шинами с различным внутренним строением производилось экспериментальным путём.

Условия проведения исследований соответствовали требованиям, определяемым стандартами: ГОСТ 7057-2001, ГОСТ 24055-2016 и ГОСТ 20915-2011.

Объектом исследования являлся МТА для сплошной культивации поверхности поля (МТЗ-80+КСО-4), на движители МЭС которого поочередно устанавливались шины серийной модели 206Б, импортной модели ТМ300S и модели VL-32.

Агротехнические и энергетические показатели культиваторного агрегата МТЗ-80+КСО-4 определялись по стандартным методикам.

Исследование функциональных показателей МТА для сплошной культивации осуществлялось на поле перед посевом зерновых культур.

Почва – предкавказский карбонатный легкосуглинистый чернозём.

Культивация поля осуществлялась на глубину от 8 до 10 см. Анализом контролируемых значений глубины сплошной культивации установлено, что

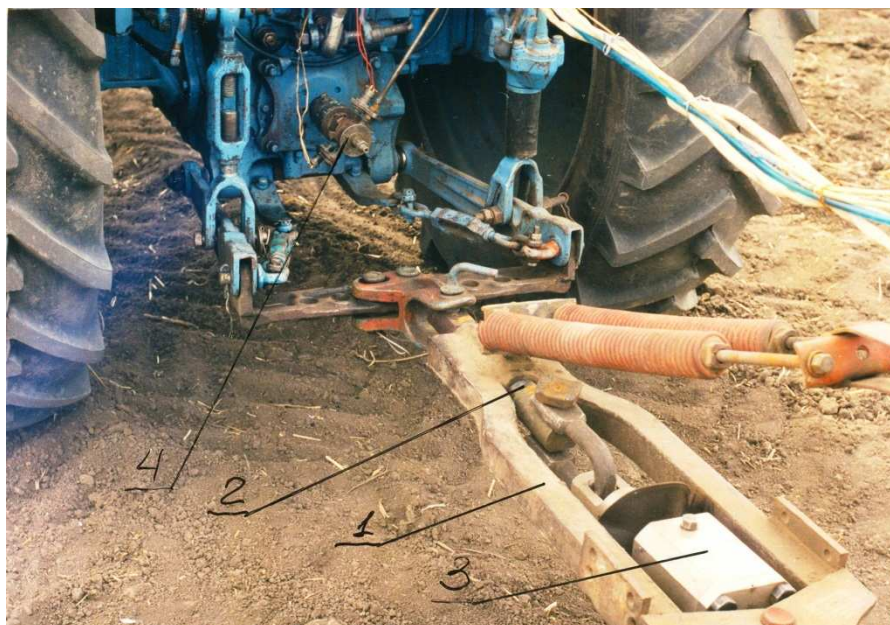
качество технологической операции соответствовало предъявляемым агро-требованиям.

Для проведения исследовательских экспериментальных исследований нами использовался комплекс для измерения частот вращения коленвала силовой установки, первичного вала силовой передачи, ведущих и управляемых колёс МЭС; крутящих моментов, приложенных к ведущим осям движителей; расход топлива и крюковое усилие.

В качестве датчиков частот вращения различных валов использовались тахогенераторы (см. датчик частоты вращения двигателя под номером 4 на рисунке 1).

Значения крутящих моментов на ведущих полуосях движителей МЭС, фиксировались с помощью наклеенных на них и соединённых по мостовой схеме фольговых тензорезисторов.

Для измерения тягового усилия применялся гидравлический динамометр 3 (рисунок 1).



1 – сница прицепной сельскохозяйственной машины; 2 – подвижный шток; 3 – динамометр; 4 – датчик частоты вращения двигателя

Рисунок 1 – Сцепное устройство трактора с сельхозмашиной

Количество топлива, расходуемое при проведении экспериментов, определялось с помощью специального мерного бачка.

Для исследования процессов, происходящих при сплошной культивации агрегатом МТЗ-80+КСО-4, велась запись сигналов от различных датчиков с помощью САНО (системы накопления и обработки данных), разработанной сотрудниками ФГБНУ «АНЦ Донской». САНО представляет собой комплексы аппаратных и программных средств (рисунок 2).

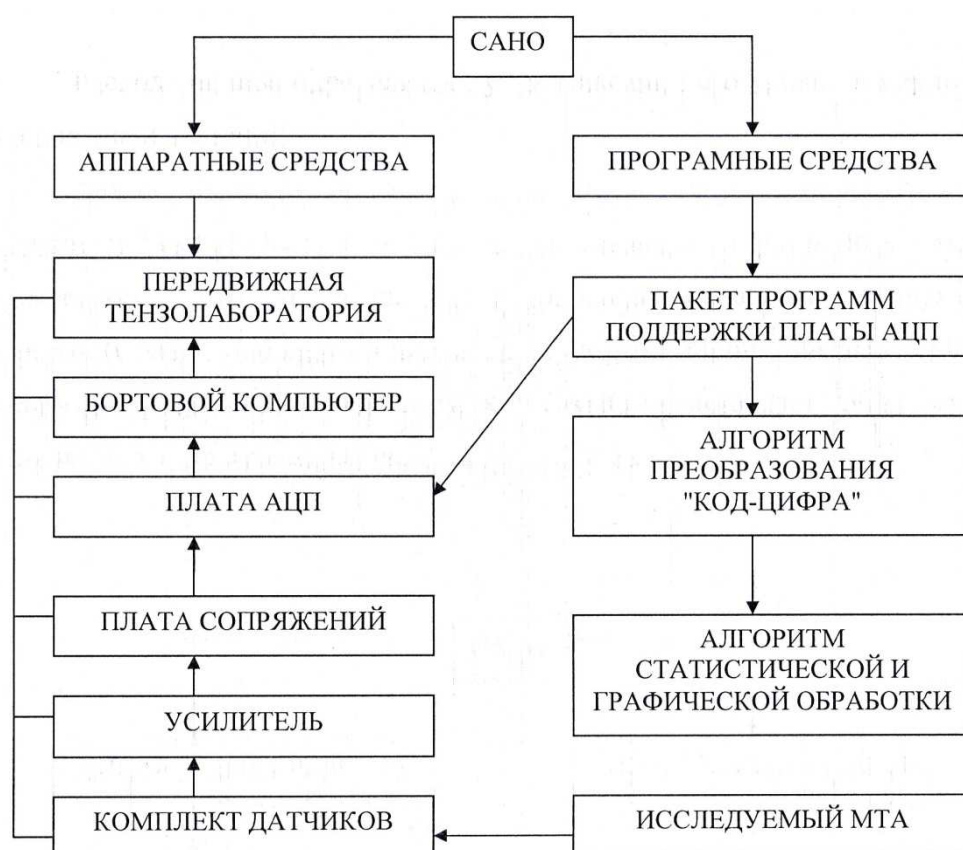


Рисунок 2 – Система автоматического накопления и обработки метрологических данных (САНО)

САНО включает в себя комплект датчиков, установленных на МТА, а также усилитель, плату сопряжений, плату АЦП, бортовой компьютер, размещённых в мобильной тензометрической лаборатории. После фиксации и первичного преобразования в полевых условиях данные испытаний в дальнейшем обрабатывались на стационарном компьютере, имеющем пакет специальных программ.

В бортовом компьютере с целью обеспечения устойчивой работы в полевых условиях вместо жёсткого магнитного диска был установлен накопитель на гибком носителе, на котором размещена операционная система DOS и необходимый пакет программ, обеспечивающих нормальную работу платы АЦП. Накопление данных испытаний происходит на другом гибком дисководе.

Плата АЦП выполняет преобразование сигналов от датчиков в цифровую форму (аналого-цифровое преобразование «Код – Цифра») для удобства их хранения и обработки.

Плата сопряжений осуществляет переход сигналов от датчиков к бортовому компьютеру.

Для адекватного сравнения результатов исследований испытания агрегатов с различной комплектацией шинами двигателей МЭС проводились на одном участке поля за один день под управлением одного и того же оператора.

Значение температуры окружающего воздуха и атмосферного давления и определялись по показаниям соответственно ртутного термометра и барометра, а температуры охлаждающей жидкости ДВС, масла в его поддоне и топлива – дистанционных термометров.

Продолжительность технологической операции, значения исследуемых показателей агрегата и расстояние, пройденное им, устанавливались по показаниям САНУ.

Функциональные показатели агрегата для сплошной культивации определялись прямыми методами, в связи с чем, предельные погрешности измерения функциональных параметров культиваторного МТА не превышали 3,20 %.

Минимальная повторность опытов была троекратной. Полученные результаты испытаний после каждой проведённой серии дешифровались, и при обнаружении сомнительных данных опыты повторялись после дополнительной проверки показаний всех датчиков измеряемых параметров.

Результаты исследования. В начале проведения исследований была проведена экспертиза шин (таблица 1) моделей 206Б, ТМ300S VL-32, анализ данных которой показал, что они имеют разные внешние и внутренние параметры, поэтому обладают каждая из них своими определёнными упругодемпфирующими свойствами.

Результаты проведённых экспериментальных исследований испытываемых шин на «шинном тестере» [5] показали бесспорное превосходство по тягово-сцепным показателям шин модели VL-32 (таблица 2), как на стерне зерновых колосовых, так и на поле под посев.

Для агротехнической оценки различных моделей шин, установленных на движители трактора, определялись параметры колеи (глубина, ширина) и твёрдость почвы в десяти случайных точках, расположенных по колее после прохода МТА [6]. Для сравнения производился замер твёрдости почвы на необработанном участке поля в таких же слоях почвы с такой же повторностью.

Таблица 1 – Техническая характеристика испытываемых шин

Внешние и внутренние параметры шины		Размерность	Модель шины			
			206Б	VL-32	ТМ300S	VL-32
			Давление в шинах, кПа			
			110			80
Габариты шины	Статический диаметр	мм	1591,8	1586,0	1567,8	1585,0
	Ширина профиля	мм	527,5	520,3	537,2	524,8
Рисунок протектора шины	Количество грунтозацепов (пар)	шт	21	24	21	24
	Высота грунтозацепов	мм	47,5	37,5	48,5	36,7
	Шаг грунтозацепов	мм	262	228	261	228
	Коэффициент насыщенности	–	0,198	0,255	0,215	0,272
Жёсткостные параметры шины	Нормальная жёсткость	кН/м	290	278	265	238
	Тангенциальная жёсткость	кН·м/рад	314	323	289	279
Агротехнический показатель	Среднее давление в пятне контакта с опорным основанием	кПа	62,8	62,1	56,7	59,7
Внутренние параметры шин	Норма слойности брекера	шт	5	4	6	4
	Норма слойности каркаса	шт	4	3	2	3
	Угол укладки волокон брекера	град	70			
	Угол укладки волокон каркаса	град	5			

Таблица 2 – Тягово-сцепные показатели шин типоразмера 18,4R38

Показатели и фон		Размерность	Модель шины			
			206Б	VL-32	TM300S	VL-32
			Давление в шинах, кПа			
			110		80	
Сила тяги	стерня озимой пшеницы	кН	5,20	5,75	5,80	–
	поле под посев		5,20	5,25	5,30	5,80
Коэффициент сопротивления самопередвижению	стерня озимой пшеницы	–	0,0475	0,0440	0,0475	–
	поле под посев		0,079	0,073	0,075	0,060
Буксование	стерня озимой пшеницы	%	9,82	6,50	6,73	–
	поле под посев		13,9	9,8	13,5	9,6
Максимальная величина тягового КПД	стерня озимой пшеницы	–	0,802	0,844	0,836	–
	поле под посев		0,671	0,731	0,725	0,746

Так как твёрдость почвы на различных участках поля неоднородна, а на величину твёрдости почвы после прохода движителей оказывает влияние исходное её значение, определялось фактическое значение t-критерия Стьюдента, значение которого, не превышало для параметров необрабатываемого поля 1,21, а для колеи – 6,79.

Таблица 3 – Агротехнические показатели шин испытываемых моделей типоразмера 18,4R-38 при комплектации движителей трактора МТЗ-80

Показатели		Модель шины			
		206Б	VL-32	TM300S	VL-32
		Давление в шинах, кПа			
			110		80
Глубина колеи, см	Математическое ожидание	6,79	5,78	6,04	5,24
	Среднеквадратическое отклонение	2,36	1,83	1,90	1,84
Ширина колеи, см	Математическое ожидание	54,31	54,01	59,89	54,30
	Среднеквадратическое отклонение	1,36	2,07	1,77	2,06
Твёрдость в различных слоях почвы вне колеи, МПа					
	0...5 см	0,218	0,204	0,238	0,200
	5...10 см	0,330	0,787	0,412	0,260
	10...15 см	0,530	0,870	0,524	0,340
	15...20 см	0,730	1,017	0,626	0,597
	среднее	0,452	0,738	0,450	0,349
Твёрдость в различных слоях почвы по колее, МПа					
	0...5 см	0,664	0,280	0,680	0,267
	5...10 см	1,280	0,787	1,276	0,610
	10...15 см	1,470	0,870	1,304	0,727
	15...20 см	1,732	1,017	1,324	0,753
	среднее	1,225	0,738	1,146	0,594

При анализе данных агротехнических показателей трактора МТЗ-80 на различных моделях шин (таблица 3) нами было определено, что:

– при внутришинном давлении 110 кПа глубина колеи после прохода трактора МТЗ-80 на шинах модели VL-32, ниже на 4,30 % и 14,87 %, а ширина – на 9,82 % и 0,55 % меньше, чем на движителях, с укомплектованными шинами соответственно ТМ300S и 206Б;

– при внутришинном давлении в шинах VL-32, равном 80 кПа, что для других моделей запрещено инструкциями, глубина оставляемой колеи трактором уменьшается на 9,34 % при несущественном увеличении ширины (0,54 %);

– ведущие колёса трактора МТЗ-80 на шинах ТМ300S оставляют после себя колею хотя и с меньшей глубиной (на 11,05 %), но зато с большей шириной (на 9,32 %), чем на шинах 206Б, имеющих менее эластичный каркас и высоту грунтозацепов.

Анализом энергетических показателей агрегата для сплошной культивации установлено (таблица 4), что трактор МТЗ-80 при комплектации его ведущих колёс любыми шинами, применяемыми при исследованиях, вполне удовлетворительно агрегирует культиватор КСО-4, так как буксование его движителей не превышает 16 %.

Таблица 4 – Энергетические показатели МТА (МТЗ-80+КСО-4) при установке на ведущие колёса МЭС разных моделей шин

Показатели	Размерность	Модель шины			
		206Б	VL-32	ТМ300S	VL-32
		Давление в шине, кПа			
		110		80	
Частота вращения коленвала двигателя	мин ⁻¹	1948	2004	1983	2140
Скорость движения	км/ч	9,01	9,72	9,62	10,15
Буксование движителей МЭС	%	12,4	10,7	11,5	10,4
Эффективная мощность ДВС	кВт	51,1	52,8	52,0	54,7
Коэффициент использования мощности ДВС	–	0,911	0,941	0,927	0,970
Крутящий момент на ведущей полуоси трактора	кН·м	6,536	6,566	6,535	6,369
Крюковое усилие	кН	10,04	10,71	10,35	10,9
Тяговая мощность МЭС	кВт	25,06	28,93	27,67	30,75
Производительность	га/ч	3,61	3,91	3,79	4,09
Часовой расход топлива	кг/ч	12,942	13,120	13,103	13,222
Погектарный расход топлива	кг/га	3,585	3,355	3,457	3,233

Однако, следует отметить, что агрегат для сплошной культивации с установленными на ведущие колёса МЭС шин VL-32 показал более высокие энергетические показатели (см. таблицу 4).

При комплектации движителей МЭС класса 1,4 шинами VL-32 с давлением в них 110 кПа по сравнению с шинами ТМ300S и 206Б агрегат для сплошной предпосевной культивации показал:

- повышение загрузки двигателя МЭС соответственно на 1,50 % и 3,30 %;
- увеличение производительности культиваторного агрегата на 2,65 % и 8,30 % соответственно;
- снижение на 2,70 % и 6,80 % удельного расхода топлива соответственно.

Следует отметить, что МТА для сплошной предпосевной культивации с установленными на ведущие колёса МЭС серийными шинами 206Б показал самые низкие функциональные показатели.

При снижении давления до 80 кПа в шинах моделей VL-32, установленных на ведущих колёсах трактора были получены ещё более высокие агротехнические и энергетические показатели культиваторного агрегата.

Выводы. МЭС класса 1,4 (трактор МТЗ-80) на шинах VL-32, установленных на ведущих колёсах, показал более высокие агротехнические показатели по сравнению с другими исследуемыми шинами, так как значения глубины и ширина колеи после прохода агрегата ниже на 4,30 % и 9,82 % соответственно в сравнении с шиной ТМ300S, а с шиной 206Б – на 14,87 % и 0,55 % соответственно.

Экспериментальными исследованиями агрегатов для сплошной культивации на базе МЭС класса 1,4 доказано, что комплектация его движителей шинами модели VL-32 (при внутришинном давлении 110 кПа), по сравнению с шинами ТМ300S и 206Б, обеспечивает повышение загрузки двигателя трактора соответственно на 1,50 % и 3,30 %; увеличе-

ние производительности на 2,65 % и 8,30 % соответственно при снижении на 2,70 % и 6,80 % удельного расхода топлива соответственно.

МЭС класса 1,4 на колёсном ходу для достижения максимальных функциональных показателей следует его движители комплектовать шинами модели VL-32.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кутьков, Г.М. Теория трактора и автомобиля / Г.М. Кутьков. – Москва: Колос, 1996. – 287 с.
2. Котляров, В.В. Гидростатическая передача в трансмиссии трактора // В.В. Котляров, Ю.С. Толстоухов, В.А. Кравченко // В сборнике: Вопросы исследования гидроприводов и тепловых процессов в сельскохозяйственном производстве. Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР; Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения (РИСХМ). – Ростов-на-Дону, 1977. – С. 28...37.
3. Яровой, В.Г. Совершенствование сельскохозяйственного колёсного движителя: монография / В.Г. Яровой. – зерноград, ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 158 с.
4. Пархоменко, С.Г. Экспериментальное исследование характеристик тракторных пневматических шин / С.Г. Пархоменко, Г.Г. Пархоменко // Тракторы и сельхозмашины, 2017. – № 11. – С. 40-48.
5. Патент 2107275 Российская Федерация, С1 6 G01 М 17/02. Шинный тестер / Кравченко В.А., Яровой В.Г., Пархоменко С.Г., Меликов И.М., Яровой А.В., заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 96109279/28; Заявл. 05.05.1996; Оpubл. 20.03.1998, Бюл. № 8.
6. Bulinski, J. Effect of wheel passage number and type inflation pressure on soil compaction in the wheel track / J. Bulinski, L. Sergiel, // Annals of Warsaw agr. univ. Agriculture. – Warsaw, 2013. – № 62. – P. 5-15.

References

1. Kut'kov, G.M. Teorija traktora i avtomobilja / G.M. Kut'kov. – Moskva: Kolos, 1996. – 287 s.
2. Kotlyarov, V.V. Hidrostaticheseskaya peredacha v transmissii traktora // V.V. Kotlyarov, Yu.S. Tolstoukhov, V.A. Kravchenko // V sbornike: Voprosy` issledovaniya gidroprivodov i teplovy`x processov v sel`skoxozyajstvennom proizvodstve. Ministerstvo vy`sshego i srednego special`nogo obrazovaniya RSFSR; Rostovskij-na-Donu institut sel`skoxozyajstvennogo mashinostroeniya (RISXM). – Rostov-na-Donu, 1977. – S. 28...37.
3. Yarovoj, V.G. Sovershenstvovanie sel`skoxozyajstvennogo kolyosnogo dvizhitelya: monografiya / V.G. Yarovoj. – Zernograd, FGOU VPO AChGAA, 2008. – 158 s.
4. Parxomenko, S.G. E`ksperimental`noe issledovanie karakteristik traktorny`x pnevmaticheskix shin / S.G. Parxomenko, G.G. Parxomenko // Traktory` i sel`hozmashiny`, 2017. – № 11. – S. 40-48.
5. Patent 2107275 Rossijskaya Federaciya, C1 6 G01 M 17/02. Shinny`j tester / Kravchenko V.A., Yarovoj V.G., Parxomenko S.G., Melikov I.M., Yarovoj A.V., zayavitel` i

paten-toobladatael` FGOU VPO AChGAA. – № 96109279/28; Zayavl. 05.05.1996; Opubl. 20.03.1998, Byul. № 8.

6. Bulinski, J. Effect of wheel passage number and type inflation pressure on soil compaction in the wheel track / J. Bulinski, L. Sergiel, // Annals of Warsaw agr. univ. Agriculture. – Warsaw, 2013. – № 62. – P. 5-15.