

УДК 631.372

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ТРАКТОРА КЛАССА 5 С ШИНАМИ 33R-32

Кравченко Владимир Алексеевич
доктор технических наук, профессор
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Меликов Иззет Мелукович
канд. техн. наук, доцент
РИНЦ SPIN-код=3194-9952
E-mail: izmelikov@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

Кондра Богдан Анатольевич
магистрант
E-mail: bogdanryuuk@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Цель исследования: определение показателей и параметров контакта на бетоне и почвенных фонах ходовых систем колёсных тракторов класса 5, оснащённых шинами 33R-32. Метод исследования – экспериментальный с использованием измерительного комплекса «шинный тестер», который обеспечивал измерение всех необходимых показателей и параметров контакта на бетоне и почвенных фонах ходовых систем колёсных тракторов класса 5, в комплектации шинами 33R-32. Выходные показатели пневматического колеса определяются рядом факторов, зависящие от внутренних и внешних конструктивных параметров шины. Для почвосберегающих технологий первостепенным качеством является допустимое в соответствии с требованиями ГОСТ 26953-86 воздействие на почву, при котором плотность её сложения близка к оптимальной по условиям роста и развития сельскохозяйственных культур. Одновременно шина должна обеспечивать машине высокие технико-экономические и общетехнические качества. Анализ проведённых экспериментальных исследований показал, что по сравнению с серийной шиной 30,5R-32 площадь контакта шины 33R-32 больше, а среднее давление в контакте меньше на бетоне на 27 %, на стерне на 9 %; а максимальное давление на почву шины 33R-32 больше, вследствие явно выраженной неравномерности распределения давлений по ширине протектора. Установлено, что экватори-

UDC 631.372

05.20.01-Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

AGROTECHNOLOGICAL INDICES OF UNDERCARRIAGE SYSTEMS FOR THE CLASS 5 TRACTOR WITH THE 33R-32 TIRES

Kravchenko Vladimir Alekseevich
Doctor of Technical Sciences, professor
RSCI SPIN – code 9983-4293
E-mail: a3v2017@yandex.ru
FSBEI HE «Don state technical university», Rostov-on-Don, Russia

Melikov Izzet Melukovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
RSCI SPIN – code=3194-9952
E-mail: izmelikov@yandex.ru
FSBEI HE «The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov», Makhachkala, Russia

Kondra Bogdan Anatolievich
undergraduate
E-mail: bogdanryuuk@yandex.ru
FSBEI HE «Don state technical university», Rostov-on-Don, Russia

The purpose of the study: determining the indices and parameters of contact on the concrete and soil backgrounds of undercarriage systems for the wheeled class 5 tractors equipped with the 33R-32 tires. The research method is experimental and with the use of the “tire tester” measuring complex, which has provided the measurement of all the necessary indices and parameters of contact on the concrete and soil backgrounds of undercarriage systems for the wheeled class 5 tractors, equipped with the 33R-32 tires. The outcome measures of a pneumatic wheel are determined by a number of factors, depending on the internal and external design parameters of the tire. The primary quality for the soil-saving technologies is the permissible impact on the soil in accordance with the requirements of GOST 26953-86, at which the density of its composition is close to the optimal one, by terms of the growth and development of crops. At the same time, the tire must provide the car with high technical, economic and general technical qualities. The analysis of the conducted experimental studies has showed that, in comparison with the 30.5R-32 serial tire, the contact area of the 33R-32 tire is larger, and the average pressure in the contact is lower on the concrete by 27%, on the stubble by 9%; and the maximum pressure of the 33R-32 tire on the soil is higher, due to the explicit uneven distribution of pressures along the tread width. It has been found that the equatorial belt of the 33R-32 tire does not sufficiently absorb the normal load on the wheel. The assessment of the contact parameters of the compared tire versions has showed the

альный пояс шины 33R-32 недостаточно воспринимает нормальную нагрузку на колесо. Проведённая оценка параметров контакта сравниваемых вариантов шин показала необходимость конструктивной доработки шины 33R-32. ГОСТы, регламентирующие нормы воздействия на почву, недостаточно учитывают исходное состояние почвы, её макроагрегатный состав, содержание органического вещества, назначение используемой машины и вид выполняемой ею технологической операции в поле

Ключевые слова: ТРАКТОР, ДВИЖИТЕЛЬ, ШИНА, ПЛОЩАДЬ КОНТАКТА ШИНЫ, СРЕДНЕЕ И МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ В КОНТАКТЕ ШИНЫ

need for constructive refinement of the 33R-32 tire. GOSTs, governing the norms of impact on the soil, do not sufficiently take into account the initial state of the soil, its macro-aggregate composition, the content of organic matter, the purpose of the machine and the type of technological operation that it performs in the field

Keywords: TRACTOR, PROPULSER, TIRE, TIRE CONTACT AREA, AVERAGE AND MAXIMUM PRESSURE IN THE TIRE CONTACT

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-161-018>

Введение. Для обеспечения продовольственной безопасности страны, в связи с непрерывным процессом снижения в общем количестве населения доли производителей продукции сельскохозяйственного производства, необходимо проводить широкое перевооружение материально - технической базы сельского хозяйства. Анализ путей развития мирового сельскохозяйственного производства в предшествующие годы и в настоящее время показывает, что механизация производственных процессов в растениеводстве осуществлялась, и будет осуществляться, с использованием мобильной сельскохозяйственной техники.

Применение мобильной сельскохозяйственной техники предполагает наличие опорного механизма (ходовой системы), в той или иной степени воздействующего на почву. То есть естественный путь развития растениеводства предполагает наличие противоречия, заключающегося в использовании почвы одновременно как биологический субстрат и как опорной среды для работы средств механизации при её возделывании. Обострение указанных противоречий связано с поиском и реализацией путей увеличения продуктивности растениеводства. Последнее предполагает повышение производительности мобильной сельскохозяйственной техники, что связано в большинстве случаев с повышением её энергоёмкости и применением на ней колёсных ходовых систем.

Общеизвестные достоинства колёсного движителя обуславливают широкое применение его на различных типах сельскохозяйственных машин и тракторов. Качественное и количественное выполнение многообразных и противоречивых функций движителя в основном зависят от технико-эксплуатационных показателей пневматической шины – его основного элемента [1, 2].

Для почвосберегающих технологий первостепенным качеством является допустимое по ГОСТ 26953-86 воздействие на почву, при котором плотность её сложения была бы близка к оптимальной по условиям роста и развития сельскохозяйственных культур. Одновременно шина должна обеспечивать машине высокие технико-экономические и общетехнические качества [1, 2, 3].

Актуальность создания и применения на ходовых системах энергетических средств таких шин несомненна, так как снижение потенциального плодородия почвы и, вследствие этого, потеря урожая сельхозкультур от её переуплотнения движителями машин считается настолько доказанным, что составляет одну из основных проблем современного земледелия во всём мире [1, 2, 4].

Ходовые системы мощных тракторов тягового класса 5 обычно комплектуются шинами 30,5R-32.

Снижение негативного давления на почву можно достигнуть применением шин с другими внешними и внутренними параметрами, например, устанавливать шины другого типоразмера – 33R-32.

Одной из важнейших, наиболее сложных задач является точная оценка выходных показателей и эксплуатационных качеств отдельно взятой шины [1, 2, 4].

Хорошо зарекомендовавшим себя методом решения такой задачи стал метод натуральных испытаний одиночных шин с помощью измерительного комплекса «шинный тестер», разработанного и изготовленного при актив-

ном участии авторов статьи. Его применение при поэтапной доработке и совершенствовании конструкции перспективной шины 33R-32 для отечественных тракторов класса 5 и явилось базой настоящих исследований, основные задачи которых в связи с вышеизложенным заключается в следующем:

- оценить эксплуатационные качества шины 33R-32 по комплексу тяговых показателей и параметров контакта с опорным основанием.

В соответствии с задачами работы **целью исследований** является определение показателей и параметров контакта на бетоне и почвенных фонах ходовых систем колёсных тракторов класса 5, оснащённых шинами разного типоразмера.

Объект исследования – процесс взаимодействия почвенного основания и движителей сельскохозяйственных мобильных энергетических средств.

Методы исследований. Нами принят теоретико-экспериментальный метод исследования с применением измерительного комплекса «шинный тестер», который обеспечивал измерение всех необходимых параметров показателей воздействия сельскохозяйственных мобильных средств на почву.

В соответствии с задачами работы программой исследований предусматривалось определение показателей воздействия на почвенное основание ведущего колеса, укомплектованной шиной 33R-32.

Для сравнения в качестве эталона использовалась серийная шина 30,5R-32.

Результаты исследований.

Техническая характеристика этих шин приведена в таблице 1, характеристика почвенных фонов (стерни озимой пшеницы и поля, подготовленного под посев) – в таблице 2.

Таблица 1 – Параметры технической характеристики испытываемых шин

Параметры	Типоразмер шины	
	33R-32	30,5R-32
Наружный диаметр, мм	1924	1820
Ширина профиля, мм	829	768
Шаг грунтозацепов (шаг рисунка протектора), мм	288	274
Высота грунтозацепов (глубина рисунка протектора), мм	54	52
Коэффициент насыщенности рисунка протектора	0,30	0,31
Параметры армирования оболочки:		
число слоёв: – каркаса	4	6
– брекера	4	6
угол наклона нитей корда к меридиану		
– в каркасе	5,0	5,0
– в брекере	65	65

Таблица 2 – Показатели агрофизических свойств почвенных фонов при проведении испытаний одиночных шин

Показатели	Фон	
	стерня озимой пшеницы	поле, подготовленное под посев
Плотность сложения в слоях, г/см ³		
0 – 10 см	1,08	0,876
10 – 20 см	1,168	1,186
20 – 30 см	1,135	1,263
средняя	1,128	1,108
Влажность в слоях, %		
0 – 10 см	16,93	9,39
10 – 20 см	19,47	19,85
20 – 30 см	21,00	20,89
Высота стерни, см	15,0	–

Вертикальная нагрузка на шину типоразмера 33R-32 при испытаниях устанавливалась за счёт сменных грузов в размере 40,8 кН, а для шины 30,5R-32 – 40 кН.

Величина внутреннего давления воздуха в шине 33R32 при испытаниях её на бетоне, стерне озимой пшеницы и поле, подготовленном под посев, устанавливалась величиной 0,07; 0,09; 0,11 МПа. Давление внутри серийной шины 30,5R-32 в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя трактора класса 5 была равна 0,11 МПа.

Бетонная дорожка и выбранные участки поля для испытаний шин были ровными с углом уклона во всех направлениях не более 2⁰.

На участках проведения испытаний отсутствовали следы, оставлен-

ные ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов при выполнении предыдущей технологической операции, а показатели, характеризующие состояние почвенных фонов, находились в пределах равновесных значений для данной зоны.

Выбранные участки для испытаний располагались далее 50 м от краёв поля. Условия испытаний в целом соответствовали требованиям ГОСТ 7057-2001.

Следует отметить, что такая низкая влажность верхнего слоя стерни (0...10 см) является обычным явлением для летне-осеннего периода на Северном Кавказе, относящегося к острозасушливым зонам страны.

Испытания шин проведены на мобильном измерительном комплексе «шинный тестер» в соответствии с рекомендуемыми для такого вида исследовательских работ стандартами и отраслевыми методиками.

Измерительный комплекс «шинный тестер», принцип действия которого освещены в литературных источниках [4, 5, 6, 7, 8 и др.], позволял получить для оценки контакта шины с опорным основанием следующие показатели:

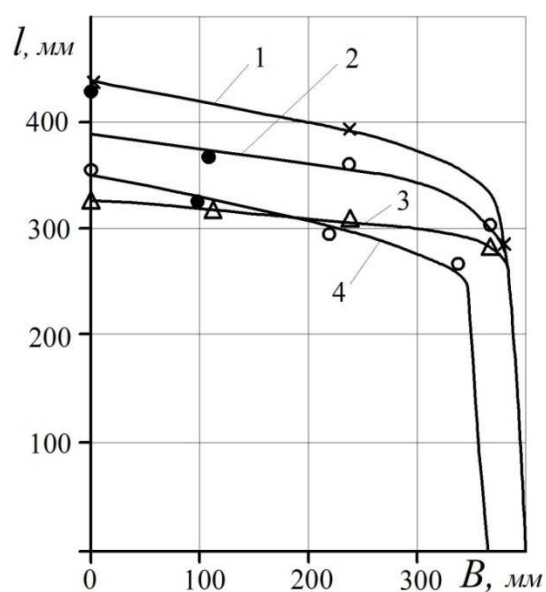
- длину, ширину и площадь контактного отпечатка;
- давления, возникающие в пятне контакта (максимальные и средние);
- характеристику распределения давлений по длине контакта и ширине протектора.

На жёстком опорном основании (бетоне) показатели определены по методике ГОСТ 7057-2001, на почвенном фоне (стерне озимой пшеницы) – по специальной методике АЧИМСХ – Сев.Кав.МИС [4].

Полученные данные (таблица 3, рисунки 1, 2) свидетельствуют о явно выраженной аномалии в деформировании шины 33R-32 при её обжатии на бетоне.

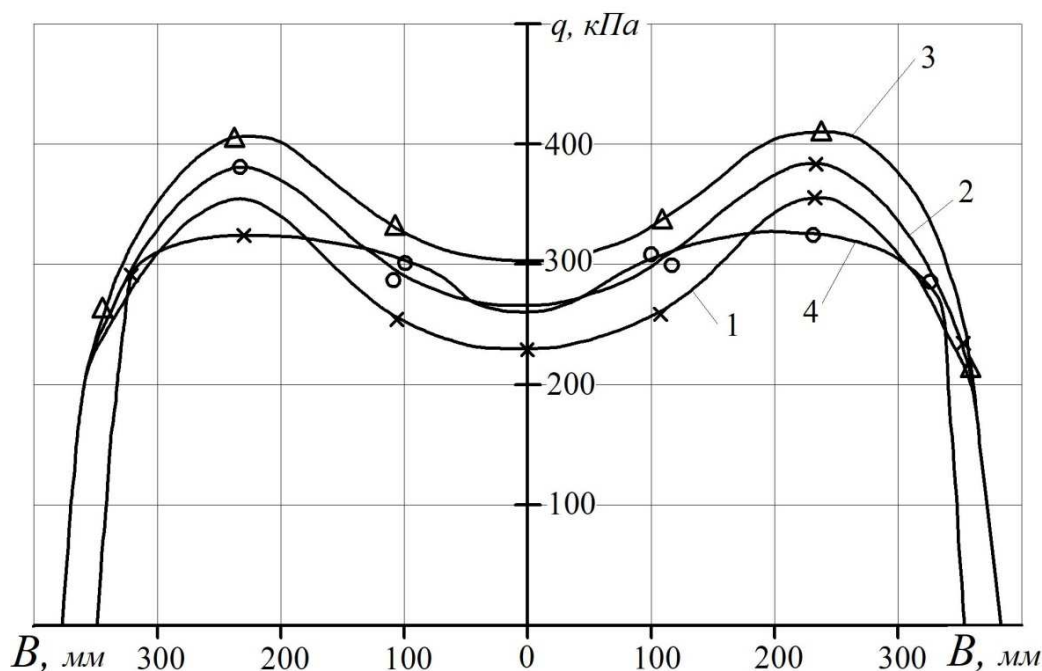
Таблица 3 – Параметры контакта шин с опорным основанием

Показатели	Типоразмер шины							
	33R-32						30,5R-32	
	бетон			стерня			бетон	стерня
	$p_w=0,07$ МПа	$p_w=0,09$ МПа	$p_w=0,11$ МПа	$p_w=0,07$ МПа	$p_w=0,09$ МПа	$p_w=0,11$ МПа	$p_w=0,09$ МПа	$p_w=0,11$ МПа
Площадь контакта, м ²	0,4717	0,4639	0,4423	0,6224	0,5592	0,4864	0,3488	0,4464
Длина контактной площадки, м	0,790	0,775	0,790	0,890	0,785	0,715	0,640	0,665
Ширина контактной площадки, м	0,775	0,780	0,765	0,790	0,790	0,790	0,705	0,730
Среднее давление, кПа	86,5	88,0	92,2	65,6	73,0	83,9	114,7	89,6
Максимальное давление, кПа				350	375	405		320
Коэффициенты ГОСТ 26953-86:								
K_1				1,32	1,20	1,10		1,28
K_2				1,32	1,38	1,34		1,43



шина 33R-32 с давлением воздуха:
 1 – 0,07 МПа, 2 – 0,09 МПа, 3 – 0,11 МПа
 4 – шина 30,5R-32 с давлением воздуха
 0,11 МПа

Рисунок 1 – Форма контактной площадки (четвёртой части) при качении шины на стерне озимой пшеницы



шина 33R-32 с давлением воздуха: 1 – 0,07 МПа, 2 – 0,09 МПа, 3 – 0,11 МПа;
4 – шина 30,5R-32 с давлением воздуха 0,11 МПа.

Рисунок 2 – Распределение максимального давления на почву по ширине протектора шины на стерне озимой пшеницы.

При внутреннем давлении воздуха $p_w = 0,09$ МПа длина контактного отпечатка уменьшается, а ширина увеличивается по сравнению с этими же показателями при давлении воздуха $p_w = 0,07$ МПа и $p_w = 0,11$ МПа. Причиной этого являются особенности деформационно-напряжённого состояния каркаса и брекера, изменяющегося в зависимости от внутришинного давления воздуха.

Наиболее неблагоприятная величина модуля, определяющего соотношение продольной и поперечной деформации оболочки, будет, очевидно, при $p_w = 0,09$ МПа.

Как следовало ожидать, контактная площадь шины 33R-32 больше, чем шины 30,5R-32 на бетоне – на 27 %, на стерне – на 9 %. Средние давления в таком же соотношении меньше. Фактическая величина максимальных давлений на стерне определяется не только формой и площадью

контактного отпечатка, но и геометрией протектора, а также равномерностью распределения давлений по контакту. Последнее настолько существенно, что у шин 33R-32 и 30,5R-32 с практически одинаковой насыщенностью и глубиной рисунка протектора, максимальные давления разные. Они больше у шины 33R-32 с менее равномерным распределением давлений по ширине протектора, несмотря на меньшую величину средних давлений в контакте этой шины по сравнению с шиной 30,5R-32. Зависимости на рисунке 2 также указывают на недостаточное участие экваториального пояса шины 33R-32 в восприятии ею нормальной нагрузки.

Для устранения этого недостатка необходима доработка конструкции шины 33R-32 с вероятным изменением параметров армирования её оболочки.

Результаты расчёта по методике ГОСТ 26953-86 и ГОСТ 26954-86 максимальных давлений в контакте колеса с опорным основанием и нормальных напряжений в горизонте почвы на глубине 0,5 м представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели воздействия шин на почву по ГОСТ 26953-86 и ГОСТ 26954-86 (в числителе – при коэффициентах K_1 и K_2 методики ГОСТ, в знаменателе – при фактических значениях K_1 и K_2)

Варианты	Показатели		
	максимальное давление на почву, кПа	максимальные нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м, кПа	
Шина 33R-32с внутренним давлением воздуха:	0,07 МПа	<u>118,0</u>	<u>42,9</u>
		86,6	37,8
	0,09 МПа	<u>120,0</u>	<u>45,8</u>
		100,7	39,9
	0,11 МПа	<u>125,7</u>	<u>46,7</u>
		112,4	42,3
Шина 30,5R-32с внутренним давлением воздуха 0,11 МПа	<u>156,4</u>	<u>50,5</u>	
	128,1	43,3	

Если эти данные сопоставить с нормативными требованиями ГОСТ 26955-86, то окажется, что трактор класса 5 с рассматриваемыми вариантами шин может быть использован на полевых работах только в летне-осенний период и только при влажности почвы до 0,6 НВ включительно. Причём такое ограничение происходит, по существу, из-за недопустимой величины напряжений в почве, стандартная методика определения которых вызывает сомнения, так как ГОСТ 26954-86 и ГОСТ 26955-86 недостаточно учитывают исходное состояние почвы, её макроагрегатный состав, содержание органического вещества, назначение используемой машины и вид выполняемой ею технологической операции в поле.

Выводы

Сравнение параметров контакта шин 33R-32 и 30,5R-32 показывает:

- площадь контакта шины 33R-32 больше, а среднее давление в контакте меньше на бетоне на 27 %, на стерне на 9 %;
- максимальное давление на почву шины 33R-32 больше, вследствие явно выраженной неравномерности распределения давлений по ширине протектора;
- экваториальный пояс шины 33R-32 недостаточно воспринимает нормальную нагрузку на колесо.

Проведённая оценка параметров контакта сравниваемых вариантов шин показала необходимость конструктивной доработки шины 33R-32 в направлении повышения несущей способности экваториального пояса и устранения аномального явления в процессе формирования контактной площадки при рекомендуемом для этой шины давлении воздуха 0,09 МПа.

Трактор класса 5 с шинами 33R-32 по ГОСТ 26955-86 может быть использован на полевых работах только в летне-осенний период при влажности почвы до 0,6 НВ включительно.

ГОСТы, регламентирующие нормы воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники, недостаточно учитывают исходное состояние

почвы, назначение используемой машины и вид выполняемой ею технологической операции в поле.

Список литературы

1. Повышение эксплуатационных качеств колёсных движителей / В.В. Коптев, В.А. Кравченко, В.Г. Яровой и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 33-34.
2. Совершенствование пневматических шин мобильной техники/ В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, А.Ф. Шкарлет, В.А. Оберемок, С.Г. Пархоменко, А.В. Яровой, И.М. Меликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 7. – С. 27-30.
3. Кравченко, В.А. Математическое моделирование тяговой нагрузки МТА / В.А. Кравченко, В.В. Дурягина, И.Э. Гамолина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 424...437.
4. Кравченко, В.А. Повышение эксплуатационных показателей движителей сельскохозяйственных колёсных тракторов: монография / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, В.Г. Яровой. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 213 с.
5. Патент 2085891 Российская Федерация, С1 6 G01 М 17/02. Шинный тестер/ С.Г. Пархоменко, В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, И.М. Меликов; заявитель и патентообладатель Азово-Черноморский институт механизации сельского хозяйства.– № 95111419 / 11; заявл. 03.07.1995; опубл. 27.07.1997, Бюл. № 21.
6. Патент 2092806 Российская Федерация, С1 6 G01 М 17/02. Шинный тестер/ И.М. Меликов, В.Г. Яровой, А.В. Яровой, В.А. Кравченко, С.Г. Пархоменко; заявитель и патентообладатель Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. – № 96103746 / 11; заявл. 26.02.1996; опубл. 10.10.1997, Бюл. № 28.
7. Патент 2107275 Российская Федерация, С1 6 G 01 М 17/02. Шинный тестер / В.А. Кравченко, В.Г. Яровой, С.Г. Пархоменко, И.М. Меликов, А.В. Яровой; заявитель и патентообладатель Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия.– № 96109279 / 28; заявл. 05.05.1996; опубл. 20.03.1998, Бюл. № 8.
8. Патент 2167402 Российская Федерация, С27G 01 М 17/02. Шинный тестер / В.А. Кравченко, В.Г. Яровой, М.В. Годунов, К.Н. Уржумов, А.В. Зацаринный; заявитель и патентообладатель Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия.– № 99114900 / 28; заявл. 08.07.1999; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 14.

References

1. Povysheniye ekspluatatsionnykh kachestv kolësnyykh dvizhiteley / V.V. Koptev, V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy i dr. // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyay-stva. – 2000. – № 5. – S. 33-34.
2. Sovershenstvovaniye pnevmaticheskikh shin mobil'noy tekhniki/ V.G. Yarovoy, V.A. Kravchenko, A.F. SHkarlet, V.A. Oberemok, S.G. Parkhomenko, A.V. Yarovoy, I.M. Melikov // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. – 2001. – № 7. – S. 27-30.
3. Kravchenko, V.A. Matematicheskoye modelirovaniye tyagovoy nagruzki MTA / V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina, I.E. Gamolina // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Nauchnyy zhurnal Kub-GAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 101. – S. 424...437.

4. Kravchenko, V.A. Povysheniye ekspluatatsionnykh pokazateley dvizhiteley sel'skokhozyaystvennykh kolësnyykh traktorov: monografiya / V.A. Kravchenko, V.A. Oberemok, V.G. Yarovoy. – Zernograd: Azovo-CHernomorskiy inzhenernyy institut FGBOU VPO DGAU, 2015. – 213 с.

5. Patent 2085891 Rossiyskaya Federatsiya, C1 6 G01 M 17/02. SHinnyy tester/ S.G. Parkhomenko, V.G. Yarovoy, V.A. Kravchenko, I.M. Melikov; zayavitel' i patentoobladatel' Azovo-CHernomorskiy institut mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva.– № 95111419 / 11; zayavl. 03.07.1995; opubl. 27.07.1997, Byul. № 21.

6. Patent 2092806 Rossiyskaya Federatsiya, C1 6 G01 M 17/02. SHinnyy tester/ I.M. Melikov, V.G. Yarovoy, A.V. Yarovoy, V.A. Kravchenko, S.G. Parkhomenko; zayavitel' i patentoobladatel' Azovo-CHernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya. – № 96103746 / 11; zayavl. 26.02.1996; opubl. 10.10.1997, Byul. № 28.

7. Patent 2107275 Rossiyskaya Federatsiya, C1 6 G 01 M 17/02. SHinnyy tester / V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy, S.G. Parkhomenko, I.M. Melikov, A.V. Yarovoy; zayavitel' i patentoobladatel' Azovo-CHernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya.– № 96109279 / 28; zayavl. 05.05.1996; opubl. 20.03.1998, Byul. № 8.

8. Patent 2167402 Rossiyskaya Federatsiya, C27G 01 M 17/02. SHinnyy tester / V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy, M.V. Godunov, K.N. Urzhumov, A.V. Zatsarinnyy; zayavitel' i patentoobladatel' Azovo-CHernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya.– № 99114900 / 28; zayavl. 08.07.1999; opubl. 20.05.2001, Byul. № 14.