

УДК 631.372

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

**ВЛИЯНИЕ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ ШИН НА ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА ТЯГОВОГО КЛАССА 5**

Кравченко Владимир Алексеевич  
доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293  
E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto: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](mailto:izmelikov@yandex.ru)  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

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

Цель исследования: установление тяговых показателей и фактического воздействия на почвенное основание ходовых систем колёсных тракторов тягового класса 5, оснащённых шинами различных габаритных размеров. Метод исследования – теоретико - экспериментальный с использованием измерительного комплекса «шинный тестер», который позволял получить для оценки контакта шин с опорным основанием следующие показатели: площадь, длина и ширина контакта; средние и максимальные давления; равномерность распределений давлений по длине контакта и ширине протектора в соответствии с рекомендуемыми для такого вида исследовательских работ стандартами и отраслевыми методиками. Показатели пневматического движителя зависят от габаритных параметров шин. Определяющим качеством шин является допустимое воздействие на почвенное основание наряду с высокими тягово-сцепными свойствами. Анализ проведённых экспериментальных исследований показал, что различные по габаритным размерам и внутреннему строению шины оказывают разный уровень воздействия на почвенное основание, но при комплектации ими колёс ходовые системы мобильных энергетических средств не соответствуют требованиям ГОСТ 26955-86; худшие показатели уровня контактных давлений и формы отпечатка имеет шина Ф-82 диагональной конструкции; при большей

UDC 631.372

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

**THE IMPACT OF THE TIRES OF OVERALL SIZES ON THE TRACTION-COUPPLING AND AGROTECHNICAL PARAMETERS IN THE TRACTOR OF CLASS 5 TRACTION**

Kravchenko Vladimir Alekseevich  
Doctor of Technical Sciences, professor  
RSCI SPIN – code 9983-4293  
E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto: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](mailto:izmelikov@yandex.ru)  
FSBEI HE «The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhabulatov», Makhachkala, Russia

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

The purpose of the study: the setting of traction parameters and the actual effect on the soil base of undercarriage systems in the wheeled tractors of traction class 5, equipped with the tires of different overall sizes. The research method, allowing to obtain the following parameters for assessing the contact of tires with the supporting base: area, length and width of contact; medium and maximum pressures; uniformity of pressure distributions over the contact length and tread width in accordance with the standards and industry standards recommended for this type of the research work, is theoretical and experimental involving the «tire tester» measuring complex. The pneumatic propulsion unit parameters depend on the overall parameters of tires. The defining quality of tires is the acceptable effect on the soil base along with the high traction and coupling properties. The analysis of the experimental studies has shown that the tires of different overall sizes and internal structure have different levels of effect on the soil base, but when wheels are equipped with them, the undercarriage systems of mobile energy devices do not meet the requirements of GOST 26955-86; the tire of F-82 diagonal design has the worst parameters of the contact pressure level and the shape of print; at a larger contact area with the supporting base, the 33R-32 (F-147) tire has maximum pressure values higher than the 30,5R-32 (F-81) tire has. During the tests, it has been found that the energy devices of traction class 5

контактной площади с опорным основанием шина 33R-32 (Ф-147) имеет значения максимальных давлений выше, чем у шины 30,5R-32 (Ф-81). В ходе испытаний установлено, что энергетические средства пятого тягового класса в комплектации с испытанными шинами на полевых работах в условиях Нижнего Дона и Северного Кавказа может применяться только в летне-осенний период, а стандарты, регламентирующие нормы воздействия на почву, недостаточно учитывают тип почвы, её макроагрегатный состав, содержание в ней органического вещества и др.

Ключевые слова: ТРАКТОР, ДВИЖИТЕЛЬ, ШИНА, ДАВЛЕНИЕ В КОНТАКТЕ ШИНЫ, НАПРЯЖЕНИЯ В ПОЧВЕ

equipped with the tested tires on the field works in the conditions of the Lower Don and the North Caucasus should be used only in the summer and autumn period, and the standards governing the soil effect standards do not sufficiently take into account the type of the soil, its macro-aggregate composition, the content of organic matter in it, etc.

Keywords: TRACTOR, PROPULSION UNIT, TIRE, PRESSURE IN THE TIRE CONTACT, TENSION IN THE SOIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-166-007>

**Введение.** Анализ путей развития мирового сельскохозяйственного производства в предшествовавшие годы и в настоящее время показывает, что механизация производственных процессов в растениеводстве осуществлялась, и будет осуществляться в перспективе, с использованием мобильной сельскохозяйственной техники. Применение мобильной сельскохозяйственной техники предполагает наличие опорного механизма (ходовой системы), воздействующего на почву. Таким образом, естественный путь развития сельскохозяйственного производства и, в частности, 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 в последние годы связано с поиском и реализацией путей увеличения продуктивности растениеводства, которое предполагает рост производительности мобильной сельскохозяйственной техники, определяемый в большинстве случаев с повышением её энергоёмкости. При использовании традиционной тракторной техники реализация повышенной мощности мобильных машин сопровождается увеличением воздействия их ходовых систем на почву [1, 2, 3, 4, 5]. Поиск альтернативных технических средств обработки полей, обеспечивающих высо-

кую производительность и низкий уровень воздействия на почву, натолкнулся на ряд технических трудностей и к настоящему времени не вышел на реализуемый уровень.

В таких условиях поиск конструктивных мероприятий и эксплуатационных режимов, обеспечивающих допустимые стандартами показатели воздействия на почвенное основание традиционной тракторной техники, представляется весьма актуальной задачей. Поэтому целью представленных в статье исследований было установление уровня воздействия на почвенное основание колёсных тракторов пятого тягового класса, ходовые системы которых укомплектованы различными по исполнению и габаритным размерам шин.

Применение различных вариантов по типоразмерному ряду и конструктивному исполнению шин (таблица 1) для двигателей позволило установить их влияние на тяговые показатели энергетического средства пятого тягового класса (трактора К-701М), а также на уровень воздействия его на почвенное основание.

Для исследований были приняты следующие варианты шин для комплектации ходовых систем трактора пятого тягового класса 5 (трактор К-701М): Ф-81(30,5R-32), Ф-147 (33R-32) и Ф-82 (71x47x25), параметры, которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры шин, устанавливаемых на ходовую систему трактора К-701М

Параметры	Модель и типоразмер шины		
	Ф-81 30,5R-32	Ф-147 33R-32	Ф-82 71x47x25
Тип шины	радиальная	радиальная	диагональная
Наружный диаметр, мм	1830	1925	1800
Ширина профиля, мм	775	838	1200
Глубина рисунка протектора, мм	55	55	50
Коэффициент насыщенности рисунка протектора	0,31	0,33	0,29
Максимальная допускаемая нагрузка, кг	4500	5200	
Давление, соответствующее максимально допускаемой нагрузке, МПа	0,17	0,11	
Масса шины, кг	335	340	320

**Методы исследований.** При проведении полевых испытаний основной задачей было определение показателей, характеризующих воздействие ходовых систем энергетических средств на почву, а так же тяговых показателей энергетических средств пятого класса тяги при различных вариантах комплектации ходовых систем.

Как известно, методиками стандартов рекомендованы экспериментально-расчётные методы определения параметров воздействия, максимального давления и напряжения в почве, без использования прямых методов измерения воздействия непосредственно в почвенных слоях. Однако с научно-методической и практической точек зрения представляет существенную ценность одновременно с рекомендуемыми стандартами расчётными косвенными методами оценки параметров воздействия определение показателей взаимодействия при их прямом измерении. Поэтому нами принят теоретико-экспериментальный метод исследования, для которого были разработаны и созданы оригинальные технические средства и методика прямых измерений воздействия движителей на почву.

Условия испытаний для определения основных тяговых показателей трактора К-701М удовлетворяли требованиям ГОСТ 7057-2001.

Испытания шин проведены с использованием измерительного комплекса типа «шинный тестер» [6, 7, 8, 9 и др.], который позволял получить для оценки контакта шин с опорным основанием следующие показатели: площадь, длина и ширина контакта; средние и максимальные давления; равномерность распределений давлений по длине контакта и ширине протектора в соответствии с рекомендуемыми для такого вида исследовательских работ стандартами и отраслевыми методиками.

На жёстком опорном основании (бетоне) показатели, характеризующие воздействие ходовых систем трактора на почву, определены по методикам стандартов (ГОСТ 26953-86, ГОСТ-26954), на почвенном фоне – по специально разработанным методикам [1, 4, 5, 6, 8, 9, 10].

В соответствии с методикой ГОСТ 26953-86 для расчёта нормативного показателя воздействия на почву требуется определение среднего давления в пятне контакта шины, определяемого на жёстком опорном основании (бетоне). Площадь пятна контакта шины с жёстким опорным основанием определялась методом планиметрирования полной конфигурации отпечатков-следов контактных элементов шины, предварительно окрашенных краской, получаемой многократным их воздействием с поворотом колеса на некоторый угол после каждого опыта.

Среднее давление в контакте рассчитывалось по соотношению

$$q_{cp} = \frac{Q_{cm}}{F_K}, \quad (1)$$

где  $Q_{cm}$  – статическая нагрузка на колесо, Н;

$F_K$  – площадь пятна контакта шины с опорным основанием, см<sup>2</sup>.

Максимальное давление, оказываемое движителем колёсного энергетического средства на почвенное основание, по методике стандарта ГОСТ 26953-86 определялось соотношением

$$q_K = \frac{q_{cp}}{K_1} \cdot K_2, \quad (2)$$

где  $K_1$  – коэффициент, определяемый по величине наружного диаметра шины;  $K_1 = 1,1$  (по рекомендациям ГОСТ 26953-86);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий продольную неравномерность распределения давления в отпечатке шины;  $K_2 = 1,5$ .

В качестве показателей прямого воздействия движителей на почву принимались фактические давления в контакте опорного элемента движителя и напряжений в почвенных слоях [1, 4, 5, 6, 8, 9, 10].

С помощью датчиков давления, смонтированных на опорных частях движителей, определялась фактическая площадь пятна контакта движителя с почвенным основанием.

Для этого по формуле определялся масштаб длины  $m_l$

$$m_l = \frac{2\pi \cdot r_K^c}{l_{осц}}, \quad (3)$$

где  $r_K^c$  – радиус качения в свободном режиме, м;

$l_{осц}$  – длина записи на осциллограммы за один оборот колеса.

Максимальные значения давлений, возникающих в пятне контакта движителя с почвенным основанием, устанавливались непосредственно на записи сигналов от датчиков.

Среднее давление в контакте выступов грунтозацепов с почвенным основанием определялось по формуле

$$q_{ср} = \frac{\sum q_i \cdot L_i \cdot S_i}{\sum L_i \cdot S_i}, \quad q_i = \frac{\sum F}{\sum L} \cdot m_q, \quad (4)$$

где  $F$ ,  $L$  – площадь и длина минизаписи давления на осциллограмме  $i$ -го датчика;

$m_q$  – масштаб давления при тарировке датчика;

$L_i$  и  $S_i$  – длина и ширина продольной площади, соответствующие  $i$ -му датчику.

Давление в контакте поверхности шин между грунтозацепами с почвенным основанием рассчитывалось по разности нагрузки на колесо  $\Delta Q$  и части нагрузки, воспринимаемой грунтозацепами.

Среднее давление в контакте по результатам эксперимента рассчитывалось из соотношения

$$q_{срф} = \frac{Q_{см}}{F_{кф}} \quad (5)$$

где  $F_{кф}$  – фактическая площадь контакта движителя с почвой.

Среднее фактическое давление в контакте гусеничного движителя с почвой определялось с учётом фактической площади опорной части гусеницы, участвующей в создании опорной реакции, по записям осцилло-

грамм.

По результатам опытов представлялось возможным определение фактических значений коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$ .

В соответствии с методикой ГОСТ 26954-86 возникающие в почве на глубине 0,5 м значения нормальных напряжений после прохода агрегата рассчитываются по зависимости:

$$\sigma_{0,5} = 0,637 \cdot p_{к.сп} \cdot \left[ \operatorname{arctg} \frac{a \cdot b}{0,5 \cdot \sqrt{a^2 + b^2 + 0,25}} + \frac{0,5 \cdot a \cdot b \cdot (a^2 + b^2 + 0,5)}{(a^2 + 0,25) \cdot (b^2 + 0,25) \cdot \sqrt{a^2 + b^2 + 0,25}} \right], \quad (6)$$

где  $a$  и  $b$  – определяемые по соотношению, м:

$$a = F_{кп} / (2 \cdot b_k), \quad b = b_k / 2, \quad (7)$$

где  $b_k$  – максимальное значение размера контурной площади пятна контакта, определяемого в плоскости, расположенной перпендикулярно направлению угловой скорости движителя, м.

Вместе с тем, для оценки фактического уровня воздействия ходовых систем на почвенное основание в полевых условиях представляет существенный интерес прямое измерение действующих в слоях почвы напряжений.

Для реализации этой задачи были разработаны и созданы технические средства измерений нормальных напряжений на основе тензометрических датчиков напряжений, внедряемых в почву до прохода трактора [10].

После прохода измерялись показатели физического состояния и сложения почвы по колее, вне колеи трактора и на контроле.

Комплексная постановка вопроса по оценке эффективности различных вариантов движителей предполагала одновременно с измерением показателей воздействия на почву производить оценку тяговых показателей трактора К-701М, что давало возможность определения тяговых и агротехнологических показателей в зависимости от габаритных размеров шины, устанавливаемой на его ходовую систему.

**Результаты исследования.** Анализ результатов исследований, представленных в таблице 2, указывает, что широкопрофильные шины имеют при использовании их на мягких участках почв более высокие тягово-сцепные показатели. Увеличение наружного диаметра шины (например, шина Ф-147) приводит к повышению, хотя и незначительному, тяговых свойств трактора на стерне зерновых культур, но не обеспечивает особых преимуществ на рыхлых почвах.

Таблица 2 – Результаты тяговых испытаний трактора К-701М при его различной комплектации шин

Показатели	Шины		
	Ф-81	Ф-147	Ф-82
Масса трактора, кг	15450	15985	16250
Давление в шинах (п-з), МПа			
стерня зерновых колосовых	0,17-0,16	0,11-0,11	0,09-0,07
поле, подготовленное под посев	0,11-0,11	0,09-0,09	0,09-0,07
Поле, подготовленное под посев			
Оптимальная передача	III-3	II-3	II-4
Максимальная тяговая мощность, кВт	143	142,9	154
Тяговое усилие при максимальной тяговой мощности, кН	50,0	49,0	52,5
Буксование при максимальной тяговой мощности	0,092	0,104	0,068
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	342	341	300
Условный тяговый КПД	0,646	0,640	0,698
Стерня ярового ячменя			
Оптимальная передача	III-3	II-3	-
Максимальная тяговая мощность, кВт	161,0	163,9	
Тяговое усилие при максимальной тяговой мощности, кН	63,0	52,0	
Буксование при максимальной тяговой мощности	0,103	0,113	
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	326	311	

Анализ результатов полученных при экспериментальных исследованиях (таблица 3), показывает, что различные по габаритным размерам и внутреннему строению шины оказывают разный уровень воздействия на почвенное основание, но все они не соответствуют требованиям ГОСТ 26955-86.



Таблица 3 – Сравнительные показатели, характеризующие воздействие на почвенное основание ходовых систем трактора К-701М при различных вариантах комплектации их ходовых систем

Параметры и показатели испытываемых шин	Значения для шин		
	Ф-81	Ф-147	Ф-82
Внутришинное давление, кПа	90	90	90
Вертикальная нагрузка на движитель, кН	44,64	44,83	44,64
Площадь отпечатка (натурная), см <sup>2</sup>	4410	5330	4790
Среднее давление в пятне контакта (по ГОСТ 26953-86), кПа	100,0	84,0	96,4
Действительная площадь контакта движителя с почвой, см <sup>2</sup>	5250	5680	6388
Максимальное давление в контакте (в числителе – при коэффициентах $K_1$ и $K_2$ методики ГОСТ 26953-86, в знаменателе – при фактических значениях $K_1$ и $K_2$ ), кПа	$\frac{136,0}{111,4}$	$\frac{142,0}{119,2}$	$\frac{131,0}{109,9}$
Напряжение на глубине 0,5 м (в числителе – по ГОСТ 26953-86, в знаменателе – эксперимент), кПа	$\frac{49,5}{42,4}$	$\frac{45,8}{39,9}$	$\frac{39,2}{34,2}$
Объёмная масса почвы, г/см <sup>3</sup>	по колее	1,13	1,12
	вне колеи	1,07	1,05
Твёрдость почвы, г/см <sup>2</sup>	по колее	1,21	1,32
	вне колеи	0,86	0,85

Результаты натуральных испытаний по определению величины давлений, возникающих в контакте шины с опорным основанием, убедительно доказывают, что при работе энергетического средства на мягких почвенных основаниях для всех вариантов испытываемых шин поведение контактных давлений характеризуется «вогнутой» кривой, создающий так называемый в литературных источниках «балочный» эффект (рисунок 1).

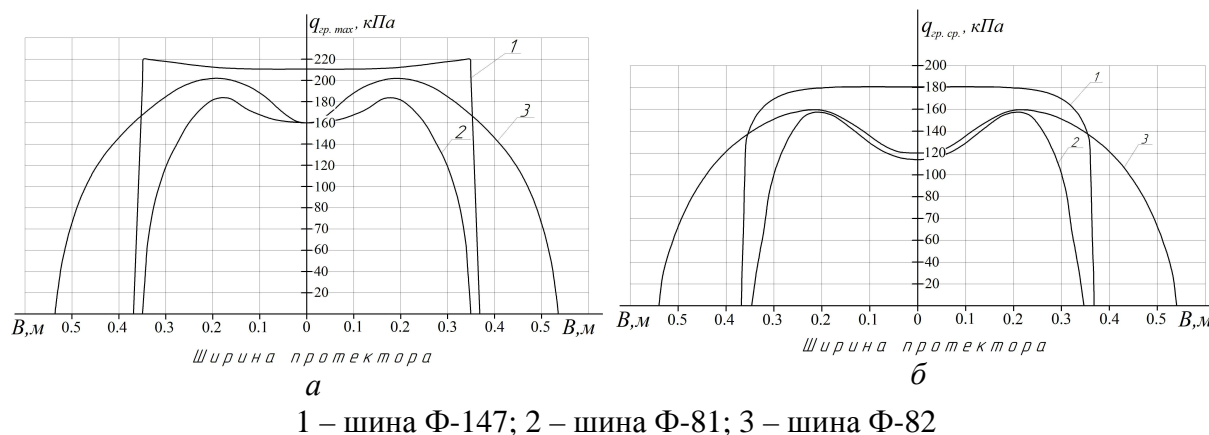


Рисунок 1 – Графическое изображение распределения на грунтозацепах по ширине шин максимальных (а) и средних (б) давлений в контакте движителя с опорным основанием ( $P_w = 90$  кПа)

В экваториальной зоне наружной поверхности этих шин наблюдаются меньшие по величине как средние, так максимальные контактные давления. То есть испытываемые шины обеспечивают известный эффект, в положительном смысле, арочной шины, при котором обеспечиваются повышенные тягово-сцепные показатели движителей с опорной поверхностью за счёт образования колеи с двойным уплотнением. Но в то же время наблюдается значительный рост степени неравномерности давления в пятне контакта с почвенным основанием, что существенно повышает на него негативное воздействие. Таким образом, такой характер распределения средних и максимальных давлений по площади пятна контакта шины с опорным основанием представляется противоречивым с точки зрения различных показателей.

Наилучший характер распределения давлений наблюдается у шины модели Ф-147 ( $K_H = 1,04$ ), так как имеет высокое значение жёсткости брекера. Худший характер распределения давлений наблюдается у шины модели Ф-82 ( $K_H = 1,21$ ), в плечевой зоне пятна контакта которой давления существенно ниже, что определяет снижение её агротехнических показателей.

Оценка формы возникающего отпечатка шины при её контакте с почвенным основанием (рисунок 2) должна производиться с учётом того, что тот движитель, который при равной площади контакта имеет большую её длину, обладает такими преимуществами: при одинаковом уровне воздействия на почвенное основание уплотняет меньшую поверхность обрабатываемого участка; мобильное средство показывает более высокие энергетические показатели, так как в этом случае уменьшаются его потери на самопередвижение, а также повышаются сцепные свойства движителя с почвой.

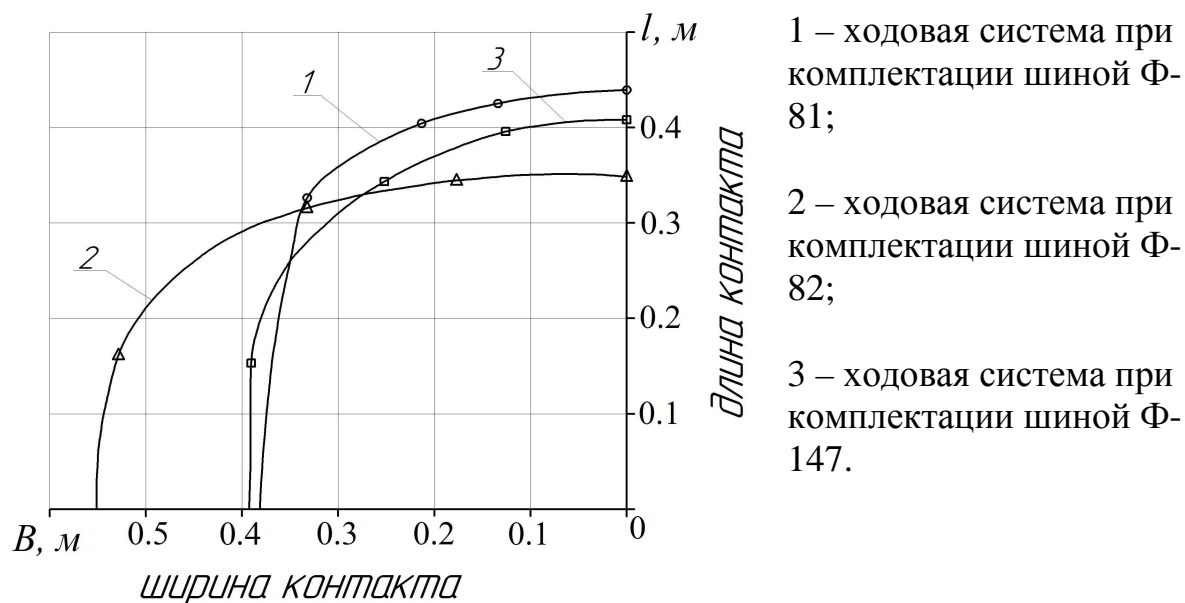


Рисунок 1 – Графическое изображение форм и размеров поверхностей контакта шины с почвенным основанием ( $P_w = 90$  кПа)

Для количественной оценки этого явления необходимо введение показателя  $K_f$ , определяемого как частное от деления длины на ширину отпечатка на почвенном основании.

Для различных вариантов комплектации шин при давлении воздуха  $P_w = 0.09$  МПа в них имеем по результатам опытов: для Ф-81 –  $K_f = 1,20$ ; для Ф-82 –  $K_f = 0,63$ ; для Ф-147 –  $K_f = 1,06$ .

То есть, наилучший показатель по форме контактной площади движителя на почвенном основании имеет шина Ф-81.

В то же время диагональная шина Ф-82, у которой форма контактного отпечатка имеет больший размер в поперечной плоскости перемещения, характеризуется наиболее нерациональной площадью контакта.

Диагональная шина Ф-82, имеющая большее значение ширины профиля, чем серийная радиальная шина, по размерам контактной площади с почвенным основанием несущественно превосходит шину Ф-81, что можно объяснить, во-первых, высокой жёсткостью каркаса диагональной шины Ф-82, во-вторых, малым значением радиуса кривизны её беговой дорожки и в-третьих, диагональная шина Ф-82 при установленной нормальной нагрузке и значении внутришинного давления не может обеспечить по

всей её ширине полное развитие контактной площади с почвой.

Как следовало ожидать, средние давления шины Ф-147 больше, чем шины Ф-81, на бетоне – на 27 %, на стерне – на 9 %.

Фактическая величина максимальных давлений на почвенном основании зависит как от величины пятна контакта, так и от геометрии протектора, а также равномерности по контурной площади распределения давлений. Последнее настолько существенно, что у шин Ф-147 и Ф-81 с практически одинаковой насыщенностью и глубиной рисунка протектора, максимальные давления разные. Они больше у шины Ф-147, имеющей менее равномерное распределение контактных давлений по всей ширине протектора, несмотря на меньшую величину средних давлений в контакте этой шины по сравнению с шиной Ф-81. Зависимости на рисунке 2 также указывают на недостаточное участие экваториального пояса шины Ф-147 в восприятии ею нормальной нагрузки, объясняемое тем, что она разрабатывалась для тракторов восьмого тягового класса. Следовательно, возможна доработка шины Ф-147 по параметрам её армирования с целью снижения жёсткости каркаса, что будет способствовать эффективности её установки на энергетические средства пятого тягового класса [11].

У ходовых систем, укомплектованных шинами Ф-81 и Ф-82, наблюдаются значения максимальных давлений в контакте с опорным основанием ниже на 4,4 % и 8,4 % соответственно, чем с шиной модели Ф-147, но они также по величине возникающих максимальных давлений не отвечают требованиям стандартов.

Если сравнить результаты испытаний с 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 на глубине 0,5 м, методика определения которых по

стандартам вызывает сомнения, так как они недостаточно учитывают макроагрегатный состав почвы, содержание в ней органики и т.д.

### **Выводы**

1. Различные по габаритным размерам и внутреннему строению шины оказывают разный уровень воздействия на почвенное основание, но при комплектации ими колёс ходовые системы мобильных энергетических средств не соответствуют требованиям ГОСТ 26955-86.

2. Худшие показатели уровня контактных давлений и формы отпечатка имеет шина Ф-82 диагональной конструкции, у которой наблюдается резкое снижение в плечевой зоне контактных давлений, а также большая ось пятна контакта располагается в поперечной плоскости от направления движения.

3. При большей контактной площади с опорным основанием шина 33R-32 (Ф-147) имеет значения максимальных давлений выше, чем у шины 30,5R-32 (Ф-81), из-за высокой неравномерности давлений по её ширине и недостаточной восприимчивости нормальной нагрузки на колесо экваториальным поясом этой шины.

4. Установлено, что энергетические средства пятого тягового класса в комплектации с испытанными шинами на полевых работах в условиях Нижнего Дона и Северного Кавказа может применяться только в летне-осенний период.

5. Стандарты, устанавливающие требования к мобильной технике по нормам воздействия на почвенное основание, практически не учитывают ни тип почвы, ни её исходное состояние и др.

### **Литература**

1. Кравченко, В.А. Повышение эффективности МТА на базе колёсных тракторов / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, Л.В. Кравченко. // Технология колёсных и гусеничных машин. – 2014. – № 6 (16). – С. 45...50.

2. 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.p. 5-15.

3. Results from Recent Traffic Systems Research and the Implications for Future Work / Godwin R., Misiewicz P., White D. i and. // Acta technol. agr. – 2015. – Vol.18. – № 3. – p.p. 57-63.

4. 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, 2017. – № 125. – С. 346-361.

5. Кравченко, В.А. Влияние упругодемпфирующего механизма на показатели пахотного агрегата на базе трактора класса 1,4 / В.А. Кравченко, В.В. Дурягина // Вестник аграрной науки Дона. – 2015. – № 3 (31). – С. 13-21.

6. Кравченко, В.А. Агротехнические показатели функционирования ходовой системы зерноуборочного комбайна высокой производительности / В.А. Кравченко, И.М. Меликов // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 3 (43). – С. 30-36.

7. Сергеев, Н.В. Мобильная установка «шинный тестер» для проведения экспериментальных исследований пневматических шин / Н.В. Сергеев // Евразийское Научное Объединение, 2015. – Т. 1. – № 2 (24). – С. 33-37.

8. Кравченко, В.А. Оценка тягово-сцепных свойств мощных тракторов и комбайнов в комплектации с шинами различного исполнения / В.А. Кравченко, Л.В. Кравченко, И.М. Меликов // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 8. – С. 83-88.

9. Кравченко, В.А. Оценка агротехнических свойств движителей зерноуборочных комбайнов с шинами различного конструктивного исполнения / В.А. Кравченко, И.М. Меликов // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 5. – С. 93-98.

10. Методы оценки воздействия на почву колёсных движителей сельскохозяйственных машин / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, В.Ф. Яламов и др. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 1994. – № 3-4. – С. 179-188.

11. Кравченко, В.А. Оптимизация параметров армирования шин движителей колёсных тракторов / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, И.М. Меликов // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – № 4 (32). – С. 126-132.

## References

1. Kravchenko, V.A. Povysheniye effektivnosti MTA na baze kolyosnykh traktorov / V.A. Kravchenko, V.A. Oberemok, L.V. Kravchenko. // Tekhnologiya kolyosnykh i gusenichnykh mashin. – 2014. – № 6 (16). – S. 45...50.

2. 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.p. 5-15.

3. Results from Recent Traffic Systems Research and the Implications for Future Work / Godwin R., Misiewicz P., White D. i and. // Acta technol. agr. – 2015. – Vol.18. – № 3. – p.p. 57-63.

4. Kravchenko, V.A. Matematicheskoye modelirovaniye tyagovoy nagruzki MTA / V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina, I.E. Gamolina // Politematicheskyy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Nauchnyy zhurnal Kub-GAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – № 125. – S. 346-361.

5. Kravchenko, V.A. Vliyaniye uprugodempfiruyushchego mekhanizma na pokazateli pa-khotnogo agregata na baze traktora klassa 1,4 / V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina // Vestnik agrarnoy nauki Dona. – 2015. – № 3 (31). – S. 13-21.

6. Kravchenko, V.A. Agrotekhnicheskiye pokazateli funktsionirovaniya khodovoy sis-

temy zernoborochnogo kombayna vysokoy proizvoditel'nosti / V.A. Kravchenko, I.M. Melikov // Vestnik agrarnoy nauki Dona. – 2018. – № 3 (43). – S. 30-36.

7. Sergeyev, N.V. Mobil'naya ustanovka «shinnyy tester» dlya provedeniya eksperimental'nykh issledovaniy pnevmaticheskikh shin / N.V. Sergeyev // Evraziyskoye Nauchnoye Ob'yedineniye, 2015. – T. 1. – № 2 (24). – S. 33-37.

8. Kravchenko, V.A. Otsenka tyagovo-stsepnnykh svoystv moshchnykh traktorov i kombaynov v komplektatsii s shinami razlichnogo ispolneniya / V.A. Kravchenko, L.V. Kravchenko, I.M. Melikov // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. – 2020. – № 8. – S. 83-88.

9. Kravchenko, V.A. Otsenka agrotekhnicheskikh svoystv dvizhiteley zernoborochnykh kombaynov s shinami razlichnogo konstruktivnogo ispolneniya / V.A. Kravchenko, I.M. Melikov // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. – 2020. – № 5. – S. 93-98.

10. Metody otsenki vozdeystviya na pochvu kolësnnykh dvizhiteley sel'skokhozyaystvennykh mashin / V.G. Yarovoy, V.A. Kravchenko, V.F. Yalamov i dr. // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskkiye nauki. – 1994. – № 3-4. – S. 179-188.

11. Kravchenko, V.A. Optimizatsiya parametrov armirovaniya shin dvizhiteley kolësnnykh traktorov / V.A. Kravchenko, V.A. Oberemok, I.M. Melikov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2017. – № 4 (32). – S. 126-132.