

Заключение

На основании рассмотрения связей между элементами агроэкосистемы «человек – ходовая система почвообрабатывающего агрегата – почва» предложены зависимости по расчету меры упорядоченности подсистемы «ходовая система – почва», с помощью которых можно выбирать и управлять параметрами и компоновкой ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов, обеспечивающих их допустимый уровень воздействия на почву. Предложены конструкции движителей почвообрабатывающих агрегатов, позволяющие повысить показатель приспособляемости почвообрабатывающего агрегата к почвенным условиям эксплуатации в 1,5 – 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатъев, М. В. Моделирование системы машин / М. В. Игнатъев, Б. З. Ильевский, Л. П. Клаус. – Л.: Машиностроение, 1986. – 304 с.
2. Чигарев, Ю. В. Математические основы механики почв / Ю. В. Чигарев, П. Н. Синкевич. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 164 с.
3. Волькенштейн, М. В. Биофизика / М. В. Волькенштейн. – М.: Наука, 1981. – 576 с.
4. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис.

... д-ра техн. наук: 05. 20. 03 / А. Н. Орда; Белор. аграр. техн. ун-т. – Минск, 1997. – 269 с.

5. Полугусеничный ход колесного трактора: пат. 2328 Респ. Беларусь, МПК 7 В 62D 55/04 / А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, Н.А. Гирейко, А.А. Зенькович, А.Б. Селеш; заявитель Белор. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20050262; заявл. 06.05.05; опубл. 30.12.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – №4. – С. 39.

6. Транспортное средство повышенной проходимости: пат. 6071 Респ. Беларусь, МПК В 60В 11/00 / А.Н. Орда, В.А. Шкляревич; заявитель Белор. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20090581; заявл. 06.07.09; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 183.

7. Движитель транспортного средства: пат. 14390 Респ. Беларусь, МПК В 62D 55/00 / А.Н. Орда, В.А. Шкляревич; заявитель: Белор. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20090212; заявл. 16.02.09; опубл. 30.06.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3.

8. Гусеничный движитель: пат. 16452 Респ. Беларусь, МПК В 62D 55/26 / А.Н. Орда, В.А. Агейчик, В.А. Шкляревич; заявитель: Белор. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20100686; заявл. 07.05.10; опубл. 30.10.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5.

УДК 631.3.02: 631.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.11.2012

ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЧВУ

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент, Ю.И. Томкунас, канд. техн. наук, доцент, А.Д. Чечеткин, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Проанализирована нормативная документация по ограничению уровня воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву. Дана оценка показателей воздействия для тракторов БЕЛАРУС. Приведены результаты полевых исследований по определению свойств почвы в следах ходовых систем с допустимым уровнем воздействия.

Standard documentation on the restriction of the level of influence of running systems of agricultural machinery on the soil is analyzed. The assessment of indicators of influence on the BELARUS tractors is given. The results of field researches on determination of properties of the soil are given in traces of running systems with admissible level of influence.

Введение

В 1986 г. в СССР был принят ГОСТ 26955-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву» [1]. Введению стандарта предшествовала скоординированная 15-летняя работа научно-исследовательских и проектных организаций по обоснованию допустимых норм. Ведущую роль играли Всесоюзный институт механизации (ВИМ), НПО по тракторостроению (НАТИ), Почвенный институт им. Докучаева, Агрофизический

научно-исследовательский институт (АФИ) и ряд зональных институтов. В 1986 году в рамках общесоюзной научно-технической программы 0.51.12 было принято задание 03 «Разработать и внедрить технические процессы, новые и усовершенствованные машины с движителями, обеспечивающими допустимое воздействие на почву». В течение 1986-1990 годов был утвержден и прошел широкую экспертную оценку указанный выше ГОСТ, созданы и исследованы образцы техники с допустимым давлением на почву. От Бела-

руси соисполнителями программы были ЦНИИМЭСХ, БИМСХ, БСХА, БПИ, БелНИИПАХ, БелНИИЗ, ПО МТЗ, ГСКПКТБ по комплексу машин для внесения органических удобрений (г. Бобруйск), ГСКБ по кормоуборочным машинам (г. Гомель) и некоторые другие организации. После распада СССР исследования по указанной проблеме были в основном свернуты. На территории Беларуси ГОСТ 26955-86 действует в настоящее время без изменений. Однако практическая реализация его ограничена.

Ниже приводятся основные положения названного стандарта, результаты полевых исследований по оценке воздействия на почву ходовых систем с допустимым уровнем воздействия на почву, анализ некоторых проблем, связанных с реализацией ГОСТ 26955-86, оценка тракторов БЕЛАРУС на соответствие стандарту.

Основная часть

Проблема воздействия ходовых систем на почву сельскохозяйственной техники возникла одновременно с появлением ее на полях. Первые тракторы имели большую массу, низкие удельные показатели. Так, тракторы фирмы «Харт-Парр» (США), впервые в мире начавшей их серийное производство в начале XIX века, имели массу около 6000 кг при удельной массе около 270 кг/кВт. Учитывая, что эти тракторы были на металлических колесах, сравнительно небольшого размера, фермеры обратили внимание на то, что они сильно уплотняют почву.

Начало производства и расширение импорта зарубежных тракторов на территорию СССР в 20-е годы прошлого столетия вызвало повышение интереса к проблеме воздействия ходовых систем на почву. В этот период большой объем исследований проводят Н.А. Качинский и М.Х. Пигулевский. Ученые отмечали определенную бессистемность показателей по оценке воздействия тракторов на почву, дали сравнительную оценку для тракторов того периода, показали длительность восстановления разрушенных почвенных агрегатов, сделали попытку обосновать допустимый уровень буксования. М.Х. Пигулевским был сделан вывод, что «... при конструировании трактора нельзя начинать работу от мотора: мотором никого нельзя удивить в настоящее время, его можно поставить любой мощности и любого качества. Нужно исходить из почвы... Решение о почвозащитной конструкции трактора не может быть случайным, оно должно быть основным» [2].

Совершенствование технологий производства тракторов, применение на тракторах пневматических шин позволило улучшить их показатели при одновременном снижении массы.

Так, трактор МТЗ-5, производство которого было начато в 1957 году, при массе около 3200 кг имел удельную массу 110 кг/кВт. Но уже в этот период на

среднем суглинке Волгоградской области в опытах было отмечено снижение урожайности зерна озимой пшеницы на 5...50 % в зависимости от давления воздуха в шинах [2].

Однако масса тракторов продолжает расти. У современных сельскохозяйственных тракторов она достигает 14000 кг и более. Удельная масса составляет 30...40 кг/кВт и имеет тенденцию к уменьшению до 20...25 кг/кВт, что косвенно говорит об увеличении массы агрегируемых машин.

Негативное воздействие ходовых систем на почву проявляется в изменении ее физических, механических и биологических свойств [2-4]. По обобщенным данным, от воздействия колес и гусениц техники теряется 5-30 % урожайности сельскохозяйственных культур.

Необходимость ограничить влияние ходовых систем на почву отражалась в агротехнических требованиях на новую технику. В основном использовался показатель – среднее давление на почву. В 1981 году ГОСТ 24096-80 [5] ограничил среднее давление движителей на жесткое основание для гусеничных тракторов до 45 кПа, а для колесных – не более 80-110 кПа. Различия в значениях среднего давления связаны, очевидно, с высокой неравномерностью распределения давлений в контакте звенчатой гусеницы, большим временем ее взаимодействия с почвой. Определение среднего давления движителей на жесткое проводилось в соответствии с ГОСТ 7057-81 [6]. В последнем предлагалась также методика для определения воздействия ходовых систем на почву в полевых условиях. ГОСТ 24096-80 был отменен после принятия норм по ГОСТ 26955-86 (табл. 1).

Таблица 1. Допустимые нормы воздействия движителей на почву по ГОСТ 26955-86

Влажность почвы в слое 0-300 мм	Максимальное давление на почву колесного и гусеничного движителей кПа, не более		Нормальное напряжение в почве на глубине 0,5 м, кПа, не более	
	Весенний период	Летне-осенний период	Весенний период	Летне-осенний период
Св. 0,9 НВ	80	100	25	30
Св. 0,7 НВ до 0,9 НВ вкл.	100	120	25	30
Св. 0,6 НВ до 0,7 НВ вкл.	120	140	30	35
Св. 0,5 НВ до 0,6 НВ вкл.	150	180	35	45
0,5 НВ и менее	180	210	35	50

Видно, что в качестве нормируемых показателей приняты максимальные давления на почву и нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м в зависимости от сезона и влажности почвы, выраженной в долях наименьшей влагоемкости почвы (НВ).

Кроме указанных факторов, в стандарте предлагается ряд поправок для максимального давления на почву (табл. 2).

В итоге окончательная норма по максимальному давлению q_n на почву рассчитывается для каждого движителя по формуле:

$$q_n = q_n + q_n (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5),$$

Таблица 2. Поправки к максимальным давлениям на почву по ГОСТ 26955-86

Наименование поправки	Обозначение	Значение, %
Для супесчаных почв	I ₁	+20
Нагрузка на единичный движитель при влажности почвы менее 0,9 НВ:	I ₂	+25
- не более 8 кН		+15
- не более 16 кН		+10
- не более 25 кН (для гусениц)		
Ведомый режим работы движителя	I ₃	+10
Количество движителей, перемещающихся по одному следу:	I ₄	+10
- один		-5
- три		-10
- четыре		-15
- пять		-20
- шесть и более		
Высота протектора не более 25 мм	I ₅	+15

где q_n – нормируемое максимальное давление на почву в соответствии с табл. 1. Значения поправок умножаются на 0,01.

Кроме указанного, следует учесть, что нормы установлены для сельскохозяйственной техники при ее наибольшей эксплуатационной массе, а для тяговых средств – загруженных также номинальным тяговым усилием. По мнению авторов, последнее учесть практически невозможно, т.к. методика в нормативных документах не изложена. Кроме того, экспериментальное определение контурной площади контакта шин с жестким опорным основанием, являющейся основой для расчета нормируемых показателей, предполагает выполнение этой операции для установленного на ровной площадке трактора без каких либо ссылок на создание тягового усилия.

Следовательно, нормы максимальных давлений на почву движителей в частных случаях могут значительно корректироваться, их расчет и анализ достаточно сложен. Это видно из табл. 3, где приведены рассчитанные авторами нормы давлений с учетом поправок на тип почвы и нагрузок на движители для двухосных тракторов со всеми ведущими колесами.

Определены нормируемые показатели воздей-

ствия на почву современных тракторов БЕЛАРУС (табл. 4). Расчет выполнен на основе стандартных методик [7, 8]. Для одиночного колесного движителя максимальное давление на почву

$$q_k = q_{kcp} K_2,$$

где q_{kcp} – среднее давление колесного движителя на почву, кПа;

K_2 – коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта шины. $K_2 = 1,5$.

Среднее давление колесного движителя на почву находим из выражения:

$$q_{kcp} = \frac{G_k}{10^3 F_{кп}},$$

где G_k – статическая нагрузка на почву единичным колесным движителем, Н;

$F_{кп}$ – площадь контакта шины с почвой, м².

Площадь контакта шины колеса с почвой, приведенная к условиям работы на почвенном основании, равняется:

$$F_{кп} = F_k K_1,$$

где F_k – контурная площадь контакта протектора шины на жестком основании, м²;

K_1 – коэффициент, зависящий от наружного диаметра колеса [7].

Максимальные нормальные напряжения в почве $\sigma_{0,5}$ (кПа) на глубине $h=0,5$ м вычисляли по формуле:

$$\sigma_{0,5} = 0,637 q_{kcp} \times$$

$$\times \left[\arctg \frac{ab}{h\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}} + \frac{hab(a^2 + b^2 + 2h^2)}{(a^2 + h^2)(b^2 + h^2)(a^2 + b^2 + h^2)} \right],$$

где a и b – $\frac{1}{2}$ длины и ширины площади контакта, м.

Параметры отпечатка шины на жестком основа-

Таблица 3. Нормы максимальных давлений на почву для тракторов 4x4 (кПа)

Влажность почвы	Суглинистая почва			Супесчаная почва		
	Нагрузка на единичный движитель, кН					
	≤ 8	> 8 ≤ 16	> 16	≤ 8	> 8 ≤ 16	> 16
Весенний период						
Св. 0,9 НВ	80	80	80	96	96	96
Св. 0,7 НВ до 0,9 НВ вкл.	125	115	100	150	138	120
Св. 0,6 НВ до 0,7 НВ вкл.	156	138	120	180	166	144
Св. 0,5 НВ до 0,6 НВ вкл.	188	180	150	225	207	180
0,5 НВ и менее	225	216	180	270	248	216
Летне-осенний период						
Св. 0,9 НВ	100	100	100	120	120	120
Св. 0,7 НВ до 0,9 НВ вкл.	150	138	120	180	166	144
Св. 0,6 НВ до 0,7 НВ вкл.	175	161	140	210	193	168
Св. 0,5 НВ до 0,6 НВ вкл.	225	207	180	270	248	216
0,5 НВ и менее	263	242	210	315	290	252

Таблица 4. Показатели воздействия движителей колесных тракторов БЕЛАРУС на почву

Марка трактора	Обозначение шин	Значение показателей				
		G_k , кН	$F_{кп}$, м ²	$q_{к_ср}$, кПа	q_k , кПа	$\sigma_{0,5}$, кПа
БЕЛАРУС - 320	7,5L16	3,58	0,037	94	141	11,4
	12,4L16	4,76	0,060	80	120	12,4
БЕЛАРУС - 80.1	9,00R20	5,49	0,061	97	146	11,3
	15,5R38	12,95	0,116	75	112	16,6
БЕЛАРУС - 82.1	11,2R20	5,70	0,065	98	138	14,8
	15,5R38	13,20	0,120	76	115	17,1
БЕЛАРУС - 900.3	9,00R20	6,08	0,062	98	145	14,0
	16,9R38	13,34	0,152	75	112	22,7
БЕЛАРУС - 1025	360/70R24	9,09	0,106	90	135	20,6
	16,9R38	16,88	0,168	76	114	19,7
	18,4R38	16,88	0,164	103	154	14,2
БЕЛАРУС - 1523	420/70R24	10,29	0,112	92	138	15,2
	520/70R38	19,11	0,178	108	162	19,8
БЕЛАРУС - 3022	540/65R30	19,04	0,152	125	187	20,1
	580/70R42	35,35	0,252	140	210	30,2

нии были определены в основном экспериментально [9], а для шин тракторов БЕЛАРУС –1523/3022 использовали аналитические зависимости, рекомендованные НАТИ [4].

Анализ результатов показывает, что по нормальным напряжениям в почве на глубине 0,5 м почти все тракторы соответствуют нормам. Превышение отмечено только для тракторов БЕЛАРУС-3022 при влажности почвы свыше 0,6 НВ для весеннего периода. Этот же трактор не укладывается в нормативы и по максимальным давлениям на суглинистую почву в весенний период. Ходовые системы других тракторов обеспечивают допустимое максимальное давление на почву при влажности почвы до 0,5 НВ. Верхние значения влажности почвы, при которой обеспечиваются допустимые нормы для тракторов БЕЛАРУС - 1221/1523, составляют 0,7 НВ на супеси, для остальных – 0,9 НВ на супеси и на суглинке в осенне-летний период. Определяющими, в основном, являются передние колеса тракторов. Воздействие трактора БЕЛАРУС-80.1 укладывается в нормы до 0,9 НВ и на суглинистых почвах в весенний период, т.к. последнее необходимо увеличить для указанного трактора на 25 % из-за малой высоты протектора шин и работы в ведомом режиме передних колес.

Отметим, что в расчетах показателей воздействия ходовых систем тракторов на почву мы не учитывали возможность агрегатирования ими машин, идущих по следу тракторов. В зависимости от количества колес, передвигающихся по одному следу, нормы для тракторов (табл. 3) могут быть уменьшены на 5-20 %. По указанным выше причинам не учитывали также влияние тягового усилия на крюке. Таким образом, для тракторов БЕЛАРУС наиболее актуален вопрос обеспечения допустимого уровня воздействия движителей на почву при влажности почвы свыше 0,6 НВ, особенно для тракторов тяговых классов 2...5.

В полевых условиях авторами оценено влияние ходовых систем с допустимым давлением на почву. Исследования проведены с использованием транспортно-технологической машины МЖТ-19 с шинами 22/70-20 мод. Ф-118. Нагрузка на колеса и давление воздуха в шинах задавались из условия обеспечения нормируемых показателей воздействия при допустимой деформации шины (табл. 5).

При обеспечении допустимых по ГОСТ 26956-86 норм воздействия ходовых систем глубина следов машин не превышает 30...50 мм, плотность и твердость почвы по следам в пахотном слое, соответственно, 1355-1440 кг/м³ и 600...1000 кПа. В подпахотном слое (200...300 мм) изменения плотности почвы незначительные.

Полученные значения плотности почвы выше оптимальных, которые для суглинистых почв в зависимости от культуры составляют 1100-1300 кг/м³ [2]. Однако плотность почвы и на контроле (в среднем 1340 кг/м³) превышает эти значения. Снижение плотности почвы обеспечивается рыхлением. Отметим, что плотность почвы после прохода машин с допустимым уровнем воздействия значительно ниже плотности почвы после прохода агрегатов с аналогичными машинами, имеющими реальные нагрузки на ходовую систему и давления воздуха в шинах [10]. В сопоставимых условиях плотность почвы в пахотном слое по следам составляла в среднем 1570 кг/м³, твердость почвы – 1850 кПа, а глубина следов – 115 мм. Следовательно, на влажной почве обеспечение допустимого уровня воздействия на почву ходовых систем агрегатов с прицепными машинами для внесения удобрений может позволить снизить плотность почвы в следах на 150-170 кг/м³, твердость почвы в 1,8...3 раза, глубину следа в 2,3-3,5 раза. Абсолютные значения глубины следа после машин с допустимым воздействием на почву приемлемы с позиций обеспечения удовлетворительных качеств агрофона [2].

Таблица 5. Воздействие на почву ходовых систем с допустимым по ГОСТ 26955-86 давлением на почву

Параметры	Варианты		
	Средний суглинок, зябрь	Средний суглинок, зябрь	Легкий суглинок, стерня
Интервал влажности почвы по ГОСТ 26955-86	0,7...0,9 НВ	Свыше 0,9 НВ	0,7...0,9 НВ
Нагрузка на колесо, кН	18,9	13,4	23,4
Давление воздуха в шине, кПа	67	35	92
Максимальное давление на почву по ГОСТ 26953-86, кПа	125	88	150
Плотность почвы по слоям, кг/м ³			
Контроль			
0...100 мм	1280	1276	1372
100...200 мм	1366	1350	1397
200...300 мм	1503	1472	1426
след			
0...100 мм	1429	1333	1425
100...200 мм	1427	1377	1454
200...300 мм	1512	1478	1447
Твердость почвы в слое 0-200 мм, кПа			
контроль			
след	583	430	854
	875	617	1030
Глубина следа, мм	39	48	31

Из других методик наиболее разработанным и логически завершенным является предложение специалистов НАТИ [4]. В качестве нормируемого предложен показатель уплотняющего воздействия U , кН/м:

$$U = \omega B q_{\max} (1 + \chi \lg N),$$

где ω – коэффициент, зависящий от размеров и формы опорной поверхности движителя;

B – ширина движителя, м;

q_{\max} – максимальное давление движителя на почву (расчетное), кПа;

χ – коэффициент накопления необратимых деформаций почвы при повторных нагружениях;

N – число проходов движителей по одному следу.

Следовательно, U зависит от параметров, аналогичных по ГОСТ 26955-86. Допустимое значение показателя U составляет 75 кН/м. Достоинством методики авторы считают наличие в формуле ширины движителя. В ГОСТ 26955-86 ширина движителя учитывается при расчете нормальных напряжений в почве. Разработаны также рекомендации по ее учету при определении экономического эффекта от снижения воздействия ходовых систем на почву [2].

Во время обсуждения и утверждения стандартов [1, 7, 8] указанная выше методика была выдвинута в качестве альтернативной. При Госстандарте СССР была создана рабочая группа специалистов по экспертной оценке в количестве 29 человек. Беларусь представляли ученые – В.В. Кацыгин, В.А. Скотников, В.В. Гуськов, А.М. Кононов, Н.М. Гарцман. Эксперты

делали независимые заключения. В частности, профессор В.А.Скотников указывал на необходимость уточнения показателей для торфяно-болотных почв, для лугов и пастбищ, критиковал принятое определение «движитель» как не соответствующее универсальности для всех ходовых систем и др. Но основным выводом было то, что стандарты необходимо вводить, а дальше дорабатывать. Стандарты были приняты.

За истекший период действия стандартов по ограничению допустимого уровня воздействия ходовых систем на почву изменений в них не произошло. По мнению авторов, требует уточнения положение об определении основного параметра – контурной площади контакта колеса с жестким основанием. В ГОСТ 26953-86 делается ссылка на приложение к ГОСТ 7057-81. Но в 2002 году вместо него введен ГОСТ 7057-2001 и соответствующее приложение из последнего изъято. В нем имеется только определение понятия «контурная площадь контакта». Поэтому следует ввести методику определения контурной площади контакта прямо в ГОСТ 26953-86.

Отдельно следует остановиться на нормировании такого важного показателя как буксование ведущих движителей. В научной и учебной литературе указывается, что номинальное тяговое усилие тракторов должно обеспечиваться при допустимом буксовании. Для тракторов с колесными формулами 4x2, 4x4 и гусеничных указывают соответственно 18,16, 5 % либо 16, 14, 3 %. Такое различие связано с тем, что первая группа цифр нормировалась методикой СЭВ, а вторая – ГОСТ 24096-80. В настоящее время оба документа не действуют. Введенный с 2003 г. межгосударственный стандарт по тяговым испытаниям тракторов [11] указывает, что максимальная тяговая мощность для гусеничных и колесных тракторов определяется соответственно при буксовании не более 7, 15 % на треках и 15, 30 % на почвенных фонах. Но это недопустимое буксование с агротехнической точки зрения. Следовательно, в настоящее время буксование тракторов нормативно не ограничено. В научной литературе для колесных тракторов допустимым называют буксование – 10 % [12]. Можно предположить, что при обеспечении допустимого уровня воздействия ходовых систем на почву по ГОСТ 26955-86, буксование будет ниже нормированного ранее из-за увеличения опорных поверхностей контакта, снижения глубины следов и роста коэффициента сцепления.

Таким образом, обеспечение допустимого воздействия на почву ходовых систем по ГОСТ 26955-86 позволяет существенно улучшить характеристики почвы в следах. Однако широкого внедрения стандарт не получает. Были созданы образцы тракторов

тягового класса 3 и комбайнов с шинами 66x43,00-25, тракторы БЕЛАРУС – 82 с шинами 18,4R34, шинами низкого давления фирмы «LIM», арочными шинами, модификации гусеничных тракторов с восьмикатковой тележкой, пневматическими гусеницами и др. [2, 4]. Освоено производство новых широкопрофильных шин, позволяющих несколько снизить давление на почву тракторов, комбайнов, прицепов. Например, тракторы БЕЛАРУС-3522 комплектуются шинами 600/65R34 и 710/70R42. Производятся машины для внесения удобрений с шинами 22/70-20 и 24/50-22,5. Давление воздуха в таких шинах составляет 200...220 кПа. Это существенно ниже, чем у широко применявшихся шин 16,5/70-18 с рабочим давлением воздуха 350-370 кПа. Однако это частичные меры. Актуальным остается создание ходовых систем для работы на почвах с влажностью 0,7 НВ и выше.

Недостаточная активность по разработке и внедрению новых ходовых систем связана с отсутствием координации проблемы, сложностью расчетов по стандартам, неоднозначностью допустимых норм для разных агрегатов и типов почв, недостаточной производственной проверкой эффективности ходовых систем с низким давлением на почву. В частности, данные о снижении урожайности от воздействия ходовых систем получены преимущественно методом сплошного укатывания почвы агрегатами. Это может существенно исказить реальные результаты [13]. Однако работы по внедрению норм воздействия ходовых систем на почву, их уточнению, конкретизации к почвенным фонам и культурам, созданию, испытанию и внедрению образцов техники с допустимым уровнем воздействия на почву необходимо продолжать. Как сказал на этапе обсуждения стандартов представитель одного из заводов, «...если угробим почву, то вымрет и сельхозмашиностроение». Проблема «ходовая система – почва – растение – урожай» ждет своего решения.

Заключение

1. В Беларуси уровень допустимого воздействия на почву ходовых систем сельскохозяйственной техники нормируется ГОСТ 26955-86. Ограничиваются максимальные давления на почву и нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м. Буксование движителей не нормируется.

2. Тракторы БЕЛАРУС в основном обеспечивают допустимый уровень воздействия ходовых систем на почву при ее влажности до 0,6 НВ. Для тракторов тяговых классов 2...5 показатели уровня воздействия возрастают. Наиболее низкий уровень воздействия обеспечивает трактор БЕЛАРУС-80.1.

3. Обеспечение допустимых норм воздействия ходовых систем на почву позволяет существенно улучшить свойства почвы в следах. На дерново-подзолистой почве глубина следов таких ходовых систем составляет 30...50 мм, плотность почвы в па-

хотном слое 1355-1440 кг/м³, твердость почвы 600...1000 кПа.

4. Наиболее актуален вопрос создания сельскохозяйственной техники для работы на полях с влажностью почвы свыше 0,7 НВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
2. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
3. Орда, А.Н. Сопrotивление почв / А.Н. Орда. – Мн.: БГАТУ, 2002. – 94 с.
4. Ксенеvич, И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксенеvич, В.А. Скотников, М.И. Ляско. – М.: Агропромиздат, 1985. – 306 с.
5. Тракторы сельскохозяйственные. Основные параметры, обеспечивающие требования агротехники: ГОСТ 24096-80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.
6. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний: ГОСТ 7057-81. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 25 с.
7. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву: ГОСТ 26953-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.
8. Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального напряжения в почве: ГОСТ 26953-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 4 с.
9. Баранец, Л.Ф. Снижение негативного воздействия на почву машинно-тракторных агрегатов при возделывании сельскохозяйственных культур / Л.Ф. Баранец, Ю.И. Томкунас // Вестник БГСХА, 2008. – № 2. – С. 122-126.
10. Гедроить, Г.И. Уплотнение почв ходовыми системами сельскохозяйственных машин / Г.И. Гедроить // Агропанорама, 2010. – № 6. – С. 8-12.
11. Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей: ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90). – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.
12. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-сцепных качеств и агротехнической проходимости колесных тракторов на суглинистых почвах Беларуси: автореф. ...дис. докт. техн. наук: / А.М. Кононов; Белор. гос. с.-х. академия. – Горки, 1974. – 41 с.
13. Гедроить, Г.И. Определение показателей воздействия ходовых систем на почву в полевых условиях / Г.И. Гедроить, А.Д. Четкин, Т.А. Варфоломеева // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: доклады Междунар. научн.-практ. конф.; Минск, 14-15 апреля 2011 г.; под общ. ред. В.Б. Ловкиса, А.А. Бренча, В.М. Позднякова: в 2 ч. – Минск: БГАТУ, 2011. – Ч.1. – С. 64-66.