

- комплектация с системой кондиционирования воздуха;
- комплектация с тяговым брусом;
- комплектация механизмом регулирования длины оси подвеса;
- комплектация с двухпроводным или комбинированным пневмоприводом;
- комплектация гидроприводом тормозов прицепа, интегрированным в гидросистему трактора, управляемым гидростатически.

Следует также отметить, что этот трактор унифицирован по многим узлам и механизмам (процент унификации составляет 83 %) с другими массовыми моделями колесных тракторов кл. 1,4...2 Минского тракторного завода [2-3].

Заключение

Из приведенных кратких технических характеристик можно сделать вывод, что садоводческий колесный трактор класса 1.4 может выполнять все сельскохозяйственные операции по возделыванию основных плодовых культур и виноградников, а также выполнять работы в растениеводстве и животноводстве, коммунальном хозяйстве, на транспорте, погрузо-

разгрузочные работы. Эксплуатация этих тракторов в последние годы показала их особую востребованность в фермерских хозяйствах, особенно в животноводческих помещениях и на других подсобных работах. Модель этого трактора получила народное название «фермерский» трактор.

По своим техническим характеристикам, дизайну, безопасности и комфорту водителя этот трактор не уступает лучшим моделям садоводческих тракторов иностранных фирм, а по некоторым показателям превосходит их, в частности по более высоким тягово-сцепным свойствам, проходимости по слабым грунтам, маневренности и ряду других.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации тракторов БЕЛАРУС-921/921.2/921.3. – Мн.: МТЗ, 2009. – 143 с.
2. Трактор БЕЛАРУС-921 и его модификации. Технические условия. – Мн.: МТЗ, 2005. – 29 с.
3. Ксенович, И.П. Проектирование универсально-пропашных тракторов / И.П. Ксенович, А.С. Солонский, С.М. Войчинский. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 114 с.

УДК 631.3.072

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.07.2013

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ НА ПОЧВУ И ЭКОЛОГИЮ ЛУГОВ, ПАСТБИЩ, ОЗИМЫХ

А.И. Бобровник, докт. техн. наук, доцент (БНТУ); Ю.И. Томкунас, канд. техн. наук, доцент, А.А. Гончарко, ст. преподаватель, В.Н. Кецко, ст. преподаватель, Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

Представлены результаты исследований по воздействию движителей мобильных агрегатов на почву при выполнении технологических процессов.

The results of studies on the impact of propulsion machinery and tractor units on the ground are given in the article.

Введение

Основные требования к средствам механизации сельскохозяйственных работ – щадящее воздействие на плодородие почвы. На уплотнение почвы влияет не только механизация, но и общие приемы агротехники. В зависимости от вида растений оптимальная плотность почвы составляет 1...1,3 г/см³. Многочисленными исследованиями установлено, что структура влажной почвы не разрушается при предельных давлениях на нее 0,06...0,1 МПа, а сухой – при 0,2...0,3 МПа, поэтому основная задача при выполнении механизированных работ состоит в том, чтобы воздействие движителей на почву сопровождалось наименьшим ее уплотнением. Ввиду чрезвычайной актуальности

проблемы сохранения плодородия почвы, разработано много способов контроля и определения вредного воздействия на почву движителей машин, применяемых в сельском хозяйстве [1].

Основная часть

Особенности взаимодействия с почвой ходовых систем сельскохозяйственных мобильных агрегатов вытекают из необычных условий их работы, заключающихся в том, что опорная поверхность является сложнейшей биологической средой, обладающей бесценным свойством – плодородием, т.е. способностью давать урожай. В исследованиях [1, 2] отмечается, что если рассматривать почву только как среду,

обеспечивающую реализацию тягового усилия трактора и выполняющую функции несущего основания, то последствиями такого подхода будут переуплотнение, разрушение структуры почвы, эрозия, ухудшение плодородия и снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Особенно губительно воздействие ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву переувлажненных лугов и пастбищ, посевы озимых при их подкормке в ранний весенний период.

Используя серийную технику для работы на почвах с достаточной несущей способностью (дерниной) в условиях переувлажнения, трудно добиться ее высокой производительности из-за увеличенного буксования. Буксование не только характеризует степень эффективности машинно-тракторных агрегатов с точки зрения энергетического баланса (потерь мощности, дополнительного расхода топлива), но и оказывает пагубное воздействие на растительность почвы. Двигатели машин сдвигают, уплотняют и растирают поверхность верхних слоев почвы вместе с культурными растениями, разрушая ее структуру, создавая условия для развития водной и ветровой эрозии.

Эксплуатация МТА на переувлажненных почвах зачастую приводит к прорезанию растительного покрова и образованию глубокой колеи, при этом машины часто теряют проходимость, образуя рытвины. Глубокая колея и рытвины впоследствии заполняются водой и служат для нее естественным резервуаром. При этом, например, луговая растительность поймы заменяется лугово-болотной и болотной, что по хозяйственной ценности намного ниже. Сенокосные угодья поймы при использовании на них существующих уборочных машин теряют свою продуктивность. Это требует использования новых выкашиваемых площадей, что ведет за собой дополнительные затраты, связанные с уборкой плавникового мусора, а наличие старой травы снижает качество получаемых кормов.

Избыток воды в почвах в течение длительного периода создает условия для тех химических и биологических процессов, которые в анаэробных условиях приводят к так называемым явлениям оглеения (под влиянием избытка грунтовых вод) и псевдоogleения (под влиянием атмосферной воды). При этом помимо отсутствия кислорода в почве обнаруживается ряд токсичных соединений, что затрудняет жизнь микроорганизмов и питание растений, вследствие чего происходит частичная или полная потеря урожая.

Почва не является изолированным элементом биосферы. В природе воздух, вода, почва, растения и животные находятся в равновесной взаимозависимости. Нарушение экологического состояния в одном звене незамедлительно отрицательно сказывается на остальных звеньях экосистемы. Поэтому проблема отрицательного воздействия мобильной сельскохозяйственной техники на почву является составной частью глобальной экологической проблемы – охраны окружающей среды.

Источниками загрязнения окружающей среды при заготовке кормов на пойменных лугах являются нарушения механизаторами требований эксплуатации, технического обслуживания и хранения тракторов и сельскохозяйственных самоходных машин [3, 4].

Нормальная работа МТА на пойменных землях с сохранением экологического равновесия может быть обеспечена путем применения специальных ходовых систем повышенной проходимости. Для этого необходимо, чтобы допустимое давление ходовых систем на почву ($q_{доп}$) при небольшой крюковой нагрузке (P_0) было меньше несущей способности почвы.

Оптимальным состоянием почвы считается такое состояние, когда общая порозность (общий объем пустот) составляет 50-60 %, 30 % ее объема занято водой, 20 % – воздухом, при этом плотность почвы (зависит от механического состава) находится в пределах от 0,1 до 1,3 г/см³ [5].

Исследованиями, представленными в расчетах [5], установлено, что в процессе подготовки почвы, посева, подкормки удобрениями, ухода за культурами, уборки урожая и послеуборочных остатков различные машины проходят по полю от 5 до 10-15 раз. В результате суммарная площадь следов колес (гусениц) тракторов и транспортно-уборочных средств составляет 100-200 % поля. Отмечено также, что 10-20 % площади поля – поворотные полосы в зависимости от условий возделывания культур прикатываются колесами машин, 20-30 % площади от 6 до 20 раз, 60-65 % - от 1 до 6 раз, и лишь 10-15 % не подвергаются их воздействию.

За счет уплотняющего воздействия мобильной сельскохозяйственной техники на почву ее плотность в пахотном и подпахотном горизонтах может повышаться до 1,6-1,8 г/см³. Это приводит к серьезным изменениям структуры почвы, ее характеристик, ухудшению обитания корневой системы и в конечном итоге – снижению урожайности.

В проведенных полевых исследованиях Почвенного института им. В.В. Докучаева и НАТИ в совхозе «Зеленоградский» были получены данные, свидетельствующие о значительном снижении урожайности на опытных участках, подвергнутых уплотнению почвы тракторами. Было также установлено, что существенное снижение урожайности наблюдается не только в год закладки опытов, но и устойчиво проявляется в последующие годы – второй и третий [5].

Степень воздействия ходовых систем техники на почву определяется типом двигателя, массой машины, числом проходов по одному месту, исходными характеристиками почвы: ее механическим составом, структурой, влажностью и плотностью.

Фактически уплотняющему воздействию двигателей сельскохозяйственной техники подвержены все почвы, но особенно – влажные ($W > 0,65-0,7$ НВ) суглинистой и глинистой механического состава. В наибольшей степени уплотняют влажную почву и

разрушают ее структуру автомобиля, самоходные и прицепные механизмы химизации, транспортные и тяжелые уборочные агрегаты. Так, по данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, пойменная дерново-глеевая почва по следам автомобилей уплотняется на глубину до 50 см. В том же слое зафиксировано разрушение структуры, которая восстанавливалась в течение трех лет. При оптимальной для обработки влажности (0,6-0,7 НВ) по пласту многолетних трав однократные проходы тракторов МТЗ-82 и ДТ-75 существенно не повышают плотности почв [3].

Деформация почвы зависит от значения внешнего нормального давления, действующего на грунтовую поверхность, продолжительности этого действия, его темпа и характера, а также свойств грунта [4]. Так, например, для кормоуборочного комбайна КСК-100 в зависимости от состояния, почвы и эксплуатационных показателей шин значения среднего и максимального давления изменяются в пределах $56 \leq q_{cp} \leq 72,0$ и $139 \leq q_{max} \leq 217$ кПа.

Использование машинно-тракторных агрегатов высокой производительности заставляют конструкторов создавать все более энергонасыщенные тракторы. Однако увеличение мощности двигателя автоматически приводит к увеличению массы машины [4].

В Белорусском институте механизации сельского хозяйства (ныне БГАТУ) совместно с ПО «Минский тракторный завод им. В.И. Ленина» были проведены исследования по использованию рисоводческих тракторов МТЗ-82Р (МТЗ-102Р) при заготовке кормов на переувлажненных пойменных лугах.

Трактор МТЗ-82Р отличается от известного МТЗ-82 увеличенным до 670 мм дорожным просветом под остовом трактора. Широкопрофильные шины (18,4-34Р мод. Ф-44 – задние и 16-20Р мод. Ф-76 – передние) низкого давления со специальным рисун-

ком протектора характеризуются увеличенной высотой почвозацепов (70 мм) и малой насыщенностью.

Воздействие движителей тракторов «Беларус» на опорную поверхность оценивали сравнением среднего и максимального давления на бетонной площадке и на деформируемой поверхности при различном внутришинном давлении. Были проведены испытания не только с одинарными шинами, но и со сдвоенными передними 16-20 модель Ф-76 и 11,2-20 модель Ф-35 и задними шинами 18,4Р34 модель Ф-44.

Определение воздействия движителей трактора на почву проводилось по ГОСТ 26953-86 [6], а контурная площадь контакта протектора шины на жестком основании определялась по методике, изложенной в ГОСТ 7057-81 [7].

Статическая нагрузка на почву, создаваемая массой трактора на сдвоенных колесах, определялась при эксплуатационной массе трактора, включающей массу дополнительных передних грузов, путем взвешивания на 4-х секционных весах марки РП-15Ш13.

Контурная площадь контакта протектора шины на жестком основании измерялась полярным планиметром.

С целью определения возможности использования трактора повышенной проходимости, оборудованного передними и задними сдвоенными шинами, на переувлажненных почвах и возникающих при этом давлениях на почву, испытания проводились на давлениях в шинах, отличных от давлений, указанных в ГОСТ 7463-2003 [10].

Результаты измерения площадей протектора шин и их давления на почву представлены в табл. 1.

Полученные в результате испытаний данные сравнивались с нормативными, приведенными в ГОСТ 26953-86 [8], с учетом поправок на нагруженность шин и тип почвы (табл. 2).

Таблица 1. Значения площадей контакта и давления на почву трактора МТЗ-82Р с различными шинами

Шины	Давление в шинах, кПа	Нагрузка на колесо, кН	Площадь контакта, м ²			Средние давления на почву сдвоенных шин, кПа	Максимальное давление сдвоенных шин на почву, кПа
			на жестком основании		на почве сдвоенных шин		
			одинарных шин	сдвоенных шин			
16-20	100	10,90	0,0913	0,0963	0,11656	92,43	138,6
16-20 11,2-20	60	10,90	0,1047 0,0081	0,1128	0,13536	78,91	118,3
16-20 11,2-20	40	10,90	0,1086 0,0184	0,1270	0,1524	70,00	105,1
18,4Р34	внут. наруж.	18,55	0,1080 0,0851	0,1931	0,21241	85,58	128,3
18,4Р34	внут. наруж.	60	0,1302 0,1074	0,2376	0,26136	89,55	104,3
18,4Р34	внут. наруж.	40	0,1725 0,1501	0,3226	1,35466	51,22	76,83
18,4Р34	внут. наруж.	40	0,1611 0,1467	0,3078	1,33858	53,69	80,5
16-20	40	10,10	0,1234	-	1,14808	66,34	100,26
18,4Р34	40	15,65	0,2529	-	1,27819	54,77	82,7

Таблица 2. Нормы давлений движителей на почву в зависимости от влажности

Влажность почвы в слое 0-50 см	Норма максимального давления движителей на почву, кПа							
	весенний период				осенне-летний период			
	супесчаная почва		суглинистая почва		супесчаная почва		суглинистая почва	
	для передних движителей	для задних движителей	для передних движителей	для задних движителей	для передних движителей	для задних движителей	для передних движителей	для задних движителей
Свыше 0,9 НВ	108	96	80	80	135	120	100	100
Свыше 0,7 до 0,9 НВ вкл.	135	120	115	100	162	144	132	120
Свыше 0,6 до 0,7 НВ вкл.	162	144	138	120	189	168	161	140
Свыше 0,5 до 0,6 НВ вкл.	202,5	180	172,5	150	243	216	107	180
Свыше 0,5 НВ и менее	243	216	208	180	283,5	252	241,5	210

- НВ – наименьшая влагоемкость почвы.

Из данных табл. 2 следует, что при давлении в шинах сдвоенных колес в 100 кПа трактор может быть использован с тяговой нагрузкой в весенний период на супесчаных почвах с влажностью до 0,7 НВ, на суглинистых почвах – с влажностью до 0,6 НВ и в летне-осенний период на супесчаных почвах с влажностью до 0,9 НВ, на суглинистых почвах с влажностью до 0,7 НВ.

Снижение давления в шинах со 100 кПа до 60 кПа уменьшает максимальное давление на почву передних движителей на 14,6 % и задних – на 18,7 %. При дальнейшем снижении давления в шинах до 40 кПа, максимальное давление на почву движителей понижается по передним шинам на 24 % и по задним – на 40 %.

Установка сдвоенных колес 18,4Р34 уменьшает величину их максимального давления на почву на 5,87 кПа или на 7,1 % по сравнению с одинарными при одинаковом (40 кПа) давлении в шинах.

Для повышения проходимости и снижения давления на почву на прицепной косилке КПРН-3,0А устанавливались дополнительные колеса с различными шинами: 7,5-20; 6,5-16; 11,2-16 и 9-20 [9].

Кошение трав осуществлялось с одновременным плющением и укладкой скошенной массы в валок, что важно на пойменных лугах. Испытания, проходившие в Логойском районе Минской области в течение ряда лет, показали, что агрегат надежно работает там, где ранее скашивание трав осуществлялось только вручную [10].

Для обеспечения подкормки озимых в оптимальные сроки (на 5 дней раньше серийной техники), когда почва имеет высокую влажность, применяют машину грузоподъемностью – 7 т, общей массой – 14 т производства США с колесной формулой 3х2, исключаящую прохождение двух колес по одному следу, оборудованную бескамерными крупногабаритными шинами, наружный диаметр которых – 1650 мм, ширина – 1050

мм, давление в переднем колесе – 100 кПа, заднем – 120 кПа.

Такой движитель на слабосвязанных и рыхлых грунтах обеспечивает снижение низкочастотных толчкообразных колебаний при движении по неровностям поля, благодаря чему рабочая скорость увеличивается более чем в 2 раза. Более высокое давление в шинах в сравнении с тракторами объясняется отсутствием кривококовой нагрузки и при работе самоходной машины.

При высоте озимой ржи – 8 см, количестве растений на 1 м² – 596 шт, более шириной – 3 м и глубиной, равной высоте почвозацепа (5см), повреждаемость растений составила 1,0-1,3 %. При этом влажность дерново-подзолистого суглинка на глубине от 0 до 20 см составляла 27,4-28,4 %.

Снижение урожайности по колее составляло 0,6-2,6 ц/га при урожайности на участке – 35,6 ц/га. Применение отечественных самоходных и прицепных агрегатов с давлением в шинах (2,0-3,5) кг/см² по данным Белорусской МИС невозможно из-за сильного буксования (до 59 %) и значительного уничтожения культурных растений (повреждаемость по следу колес составляет от 14-98 %.)

Таким образом, проведенные исследования показали, что трактор болотно-рисовой модификации необходим для механизации работ на переувлажненных почвах, а самоходная машина – для подкормки озимых в ранневесенний период.

Заключение

Проведенные исследования показали необходимость уменьшения давления на почву машиннотракторных агрегатов, работающих на лугах и пастбищах.

Рекомендуемые к применению варианты шин различных размеров на машиннотракторных агрегатах позволяют снизить их воздействие на почву и повысить урожайность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксеневиц, И.П. Ходовая система – почва-урожай / И.П. Ксеневиц, В.А. Скотников, М.И. Ляско. – М.: Агропромиздат, 1988. – 304 с.

2. Реуце, К. Борьба с загрязнениями почвы / К. Реуце, С. Кырстя; пер. с рум. К.М. Станькова; под ред. и с предисл. В.К. Штефана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 221 с.

3. Аксененко, В.Д. Пути снижения отрицательного воздействия тракторной и другой мобильной сельскохозяйственной техники на окружающую среду / В.Д. Аксененко, В.М. Сваридов, И.А. Винокурова: обзорн. информ. – М.: ЦНИИТЭИ, 1984. – Вып. 5. – Сер. 1: Тракторное и с.-х. машиностроение.

4. Егоров, В. Земля и машины / В. Егоров, В. Шептухов // Техника и наука, 1985. – №11. – С. 22-25.

5. Возможности снижения вредного воздействия на почву сельскохозяйственной техники: экспресс-

информ. № 778 / ЦНИИТЭИ. – М., 1985. – Сер. 2. С.-х. машины и орудия (зарубеж. опыт).

6. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия двигателей на почву: ГОСТ 26955-86. – Введ. 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.

7. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний: ГОСТ 7057-2001. – Введ. 01.09.2003. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2001. – 20 с.

8. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия двигателей на почву: ГОСТ 26953-86. – Введ. 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.

9. Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия: ГОСТ 7463-2003. – Введ. 01.07.2005. – Минск, Госстандарт Респ. Беларусь, 2005. – 36 с.

10. Механизация заготовки кормов на пойменных лугах: информ. листок № 279 / П.Н. Степанюк [и др.]. – Мн.: БелНИИТИ, 1986. – 45 с.

**Программа балансирования рационов
кормов для молочного скота**

Программа балансирования рационов разработана по заданию РНТП «Развитие Минской области» и *предназначена* для создания рационов кормов для молочного скота с учетом показателей углеводного состава кормов и чистой энергии лактации.

Программа работает в интерактивном режиме. Пользователь имеет возможность выбрать корма, задав предварительно структуру рациона, и далее в процессе оптимизации отслеживать состояние баланса по всем показателям питательности.

Созданная программа предоставляет животноводам широкие возможности формирования рациона молочного скота.

Интерфейс программы позволяет конечному пользователю редактировать базу данных и пополнять ее за счет местных кормов.

Программа внедряется на молочных фермах Минской области.

