

ров и соблюдением прямолинейности движения агрегата по кормовому проходу.

На рис. 3 представлены зависимости производительности мобильного кормоцепа от поголовья обслуживаемых животных при различной его грузоподъемности для тех же исходных данных.

Из рис. 3 видно, что с увеличением поголовья обслуживаемых животных производительность мобильного кормоцепа растет вследствие сокращения доли затрат времени, связанных с его агрегатированием, техническим обслуживанием и другими непроизводительными затратами времени. Однако при обслуживаемом поголовье 1000 гол. практически для любой грузоподъемности мобильного кормоцепа достигается его максимальная производительность.

Список литературы

1. Купреенко, А.И. Разработка метода оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов: дис. ... д-ра техн. наук / А.И. Купреенко. — Рязань, 2006. — 436 с.

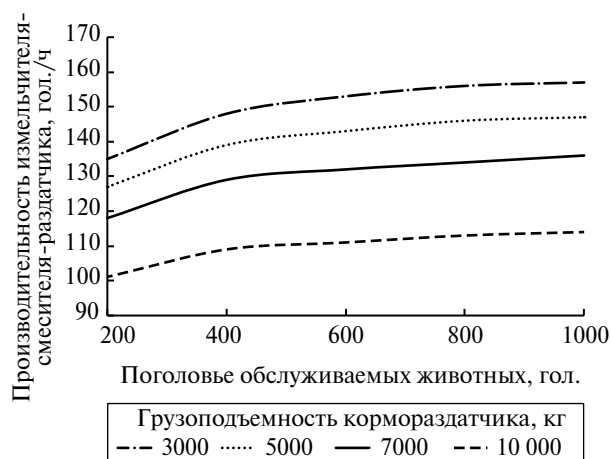


Рис. 3. Зависимости производительности мобильного кормоцепа от поголовья обслуживаемых животных при различной его грузоподъемности

2. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом (по материалам Международной выставки SIMA-2007): науч. анал. обзор. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 308 с.

УДК 631.347

А.И. Рязанцев, доктор техн. наук
Н.Я. Кириленко, канд. техн. наук
А.В. Шереметьев, канд. техн. наук
А.Ю. Самошин

Московский государственный областной социально-гуманитарный институт

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛИВА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНОЙ «ФРЕГАТ» КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ

Развитие агропромышленного комплекса России без орошаемого земледелия практически невозможно, потому что более 80 % площадей, на которых возделывается сельскохозяйственная продукция, находится в зонах недостаточного или неустойчивого увлажнения [1].

При этом возделывание многолетних трав на корм скоту является одним из важнейших направлений растениеводства. Повышение урожайности напрямую связано со своевременным и необходимым по объему количеством влаги, получаемой растениями, значение ее объема во многом зависит от периода их вегетации. Этого можно добиться только за счет совмещения естественного и искусственного орошения.

Однако несовершенство конструкции ранее выпускавшихся технических средств полива, а также длительность их использования (более 8...10 лет) снижает эксплуатационную надежность, ухудшает качество дождевания и структуру почвы, не дает ожидаемого урожая сельскохозяйственных культур,

что сводит на нет экономический эффект от орошения. Способствовать решению данной проблемы могло бы применение новейших видов дождевальной техники. Однако в сложившихся экономических условиях у большинства хозяйств не хватает средств не только на замену всего парка дождевальных машин (ДМ), но даже той его части, которая отслужила свой срок [1].

Таким образом, наиболее перспективным направлением практического возрождения орошаемого земледелия в стране является разработка мероприятий по своевременному совершенствованию дождевальной техники и ее восстановлению на действующих оросительных системах на базе современных научно-технических достижений, обеспечивающих энергосберегающие и экологически безопасные технологии полива.

При этом в ходе исследований установлено, что для оптимизации процесса полива посредством снижения трудозатрат на обслуживание дождевальных машин выявлена целесообразность примене-

ния более производительных ДМ, к которым в первую очередь относится машина кругового действия типа «Фрегат» [2].

Однако одной из особенностей применения ДМ «Фрегат» при поливе многолетних культурных пастбищ является увеличенное колееобразование ходовых систем ее тележек [3].

Известно, что ДМ «Фрегат», задействованная на орошении пастбищ, совершает 4...6 полных оборотов в течение одного поливного сезона. Тележки машины движутся по одному и тому же следу, причем второе колесо движется по следу первого [1].

Результаты исследований [3–5] свидетельствуют о том, что при повторных одинаковых нагружениях почвы дождевальной машиной глубина колеи h_N нарастает по зависимости

$$h_N = 1,31h_0(\beta \lg N + 1), \quad (1)$$

где h_0 — глубина колеи после первого прохода колеса, м; β — коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации; N — число проходов дождевальной машины.

Для определения величины h_0 ходовых систем ДМ из множества существующих теоретических зависимостей наиболее приемлемой является зависимость [6]:

$$h_0 = 1,31\sqrt[3]{\frac{G^2 q^2}{B^2 D}}, \quad (2)$$

где G — нагрузка на колесо, Н; B — ширина обода колеса, м; q — коэффициент объемного смятия почвы, м³/Н; D — диаметр колеса, м.

Тогда выражение (1) с учетом (2) примет такой вид:

$$h_N = 1,31\sqrt[3]{\frac{G^2}{B^2 q^2 D}}(\beta \lg N + 1). \quad (3)$$

Деформация почвы под движителями ходовых систем машины формируется в основном за 4...5 проходов и составляет 70...80% от ее общей величины.

Опыт эксплуатации ДМ «Фрегат» показывает, что машина становится неработоспособной, когда глубина колеи от ее колес достигает 1/3 их диаметра [1], т. е.

$$[h_N]_{\max} \leq \frac{1}{3}D. \quad (4)$$

Следовательно, при эксплуатации ДМ «Фрегат» на серийных ходовых системах она станет неработоспособной в среднем после 10-го прохода, что соответствует 2 годам возделывания многолетних трав.

Для повышения эффективности применения указанной машины необходима оптимизация ее параметров, при которой обеспечиваются наименьшие показатели колееобразования и энергетических затрат при движении.

Учитывая, что глубина колеи при качении колеса с жестким ободом в достаточной степени хорошо описывается зависимостью (2), а сила сопротивления движению колеса — следующей формулой [7]:

$$P_f = 0,86\sqrt[3]{\frac{G^4 q}{BD^2}}, \quad (5)$$

где P_f — сопротивление движению колеса, Н, видно, что тяговое сопротивление и глубина колеи уменьшаются, с одной стороны, при всех прочих условиях с увеличением параметров B и D . С другой стороны, увеличение этих параметров приводит к возрастанию массы самого колеса и в итоге к увеличению силы давления G .

Из зависимостей видно, что h и P являются функциями двух переменных B и D . Однако в данном случае $D = \text{const}$, а изменится только ширина обода ходовой системы B .

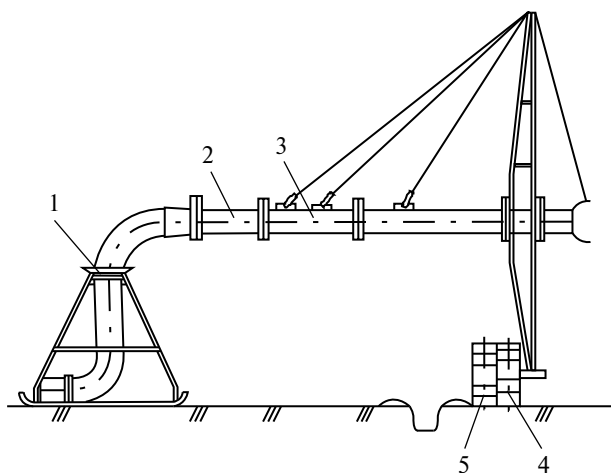
Теоретически функция $h = f(B)$ достигает минимума при $B \rightarrow \infty$. Однако практические исследования показали, что при увеличении значения параметра B до 200%, что соответствует ширине сдвоенного жесткого колеса, происходит существенное уменьшение глубины колеи. Дальнейшее уширение движителей приводит к незначительному уменьшению колееобразования при существенном и неоправданном увеличении громоздкости ходовой системы ДМ, что снижает экономический эффект от ее модернизации.

Следует заметить, что совершенствование только движителей ходовых систем машины может решить проблему лишь частично.

Поэтому для устранения отмеченного и повышения эффективности применения вышеуказанной ДМ в рассматриваемых условиях предлагается новый способ технологии полива многоопорной ДМ кругового действия «Фрегат», обеспечивающий повышение надежности ее работы. Для этого необходимо после первоначального периода применения ДМ (2 года) на серийных узкопрофильных колесах при достижении агротехнически допустимой глубины колеи одновременно произвести смещение машины относительно неподвижной опоры посредством установки между ее неподвижной опорой и трубопроводом трубчатой вставки и уширение колес посредством присоединения к ним металлических ободов [8] (рисунок).

Однако при этом трудоемкость монтажных работ повышена из-за необходимости установки и центрирования цилиндрической вставки по обеим ее сторонам при соединении с поворотным колесом и водопроводящим трубопроводом, а также из-за сложности технологии крепления дополнительных ободов к серийным колесам ДМ.

С целью снижения трудоемкости монтажа дополнительных ободов с серийными колесами на боковых сторонах колес предлагается выполнить одинаправленно расположенные по окружности на-



Многоопорная дождевальная машина:

1 — неподвижная опора; 2 — цилиндрическая вставка; 3 — водопроводящий трубопровод; 4 — серийное узкопрофильное колесо; 5 — металлический обод

правляющие карманы с отверстиями в их концах, а на дополнительных ободах закрепить направляющие штыри с возможностью их вхождения в карманы и отверстия.

В усовершенствованной многоопорной дождевальной машине кругового действия цилиндрическую вставку, связанную с торцом поворотного колена, предлагается соединить с поворотным коленом посредством шарнира, установленного в верхней части торца поворотного колена, с возможностью разворота цилиндрической вставки в вертикальной плоскости.

Таким образом, при достижении ходовыми системами ДМ глубины колеи, при которой ее невоз-

можно эксплуатировать дальше, производится смещение машины относительно неподвижной опоры посредством установки между ней и трубопроводом цилиндрической вставки путем ее разворота из нерабочего в рабочее состояние вокруг шарнира и соединения ее крепежными элементами с поворотным коленом и водопроводящим трубопроводом.

Для определения длины трубчатой вставки [9] примем во внимание, что если нагрузка будет приложена за пределами расстояния, равного длине почвенной призмы выпирания B_1 , обрушения пласта грунта не произойдет, следовательно, колесо машины не попадет в прежнюю колею.

При этом выражение для определения длины почвенной призмы выпирания имеет следующий вид [7]:

$$B_1 = 1,56 \sqrt{\frac{Bh}{\text{tg}\varphi}}, \quad (6)$$

где $\text{tg}\varphi$ — коэффициент внутреннего трения почвы.

Тогда выражение для определения оптимальной длины вставки запишется так:

$$l_{\text{вст}} = 1,56 \sqrt{\frac{B[h_N]_{\text{max}}}{\text{tg}\varphi}} + \frac{\xi G_0}{6kD^2} + \frac{B}{2}, \quad (7)$$

где $[h_N]_{\text{max}}$ — допустимая глубина колеи, при которой необходимо производить смещение машины от неподвижной опоры посредством трубчатой вставки, м.

Оснащение ДМ указанными техническими решениями, обоснованными зависимостями, позволит использовать ДМ «Фрегат» на одной позиции в течение (как минимум) еще трех поливных сезонов.

Обоснование способа обеспечения движения многоопорной дождевальной машины при поливе многолетнего культурного пастбища

Вариант способа обеспечения движения ДМ	Последовательность оснащения ДМ	Варианты технических решений по оснащению ДМ	Глубина колеи по годам возделывания многолетних трав, см					Показатели эффективности оснащения ДМ		
			1	2	3	4	5	Заминаемость растений, %	Материальные затраты (длина вставки), см	Трудоемкость монтажных работ, чел./ч
1	1	Движение на жестких колесах	15	30				1,0	0	0
	2	Оснащение вставкой и уширителями колес			5	15	30	3,0	100	12,0
<i>Итоговые показатели эффективности использования варианта способа</i>							4,0	100	12,0	
2	1	Оснащение уширителями	5	15	30			2,0	0	10,0
	2	Оснащение вставкой				5	15	4,0	120	2,0
<i>Итоговые показатели эффективности использования варианта способа</i>							6,0	120	12,0	
3	1	Оснащение уширителями	5	15	30			2,0	0	10,0
	2	Оснащение вставкой и демонтаж уширителей				15	30	3,0	120	12,0
<i>Итоговые показатели эффективности использования варианта способа</i>							5,0	120	22,0	

Обоснование вариантов последовательности оснащения ДМ устройствами для уменьшения ее колееобразования приведено в таблице.

Из приведенной таблицы видно, что оснащение машины по первому варианту (предлагаемый способ) позволяет снизить заминаемость растений на 33 %, материальные затраты — на 17 % и трудоемкость монтажных работ — на 46 %.

Экономическая эффективность предложенного способа заключается в повышении надежности работы машины, предупреждении пробуксовки и застревания колес в колее, снижении заминаемости растений, материальных затрат и трудоемкости монтажных работ как следствие в себестоимости выращиваемой продукции и составляет 100...150 тыс. р./год. При этом окупаемость усовершенствованной ДМ осуществляется за один поливной сезон ее работы.

Список литературы

1. Егоров, Ю.Н. Некоторые особенности взаимодействия жесткого колеса с почвой / Ю.Н. Егоров. — М.: ВИНТИ РАН, 2001. — 28 с.
2. Егоров, Ю.Н. Технологические и технические решения по уменьшению и предотвращению последствий

колееобразования дождевальных машин кругового действия / Ю.Н. Егоров, А.И. Рязанцев. — М.: ВИНТИ РАН, 2001. — 32 с.

3. Ерхов, Н.С. Энергетическое обоснование формулы для определения эрозионно-допустимых поливных норм при дождевании / Н.С. Ерхов // В сб.: «Предотвращение ирригационной эрозии почв Средней Сибири». — Красноярск, КГАУ, 1982. — с. 34–42.

4. Лебедев, Б.М. Дождевальные машины / Б.М. Лебедев. — М.: Машиностроение, 1977. — 246 с.

5. Манерко, Н.Я. Некоторые предложения по совершенствованию дождевальной техники / Н.Я. Манерко, А.Ф. Копий, М.С. Зубенко // Гидротехника и мелиорация. — 1986. — № 11. — С. 23–24.

6. Рязанцев, А.И. Оценка опорной проходимости дождевальных машин / А.И. Рязанцев // Техника в сельском хозяйстве. — 1977. — № 4. — С. 18–20.

7. Салдаев, А.М. Способы снижения колееобразования под опорами широкозахватных дождевальных машин / А.М. Салдаев. — Волгоград: ВНИИОЗ, 1994. — С. 189–205.

8. Сидоренко, А.М. Разработка методики расчета и исследование основных параметров многоопорных дождевальных машин, работающих в движении по кругу: дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.М. Сидоренко. — Киев, 1978. — 134 с.

9. Надежная работа «Фрегата» / Рязанцев А.И. [и др.] // Сельский механизатор. — 2010. — № 3. — С. 8.

УДК 631.445.24:633.1

В.А. Николаев, канд. с.-х. наук
Н.И. Паулкин
А.В. Савченко

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ЕЕ ОБРАБОТКИ

В связи с использованием в сельскохозяйственном производстве новых технологий, освоением короткоротационных севооборотов возрос интерес к изучению агрофизических факторов плодородия (плотность сложения, пористость, влажность и др.).

Причинами угнетения культурных растений в слишком плотной почве является высокое сопротивление проникновению корневой системы, слабая аэрация, снижение общего количества влаги, низкая водопроницаемость, приводящая к вымоканию растений и усилению поверхностного стока с развитием эрозионных процессов. В случае излишне рыхлой почвы поровое пространство настолько велико, что корни растений не имеют хорошего контакта с поверхностью твердой фазы, где содержатся в поглощенном состоянии многие элементы питания [1–3].

При оптимальной плотности складываются благоприятные для роста и развития растений вод-

но-воздушный и пищевой режим, а также микробиологическая активность почвы [2].

Это может быть достигнуто только при строжайшем соблюдении технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе принципов точного земледелия, обеспечивающих нормативно-программированную оптимизацию условий жизни сельскохозяйственных растений.

Исследования проводились на опытном поле ЦТЗ, в РГАУ—МСХА имени К.А. Тимирязева. Для исследования были взяты агроценозы на первом поле в звене севооборота картофель (2010 г.) — ячмень (2011 г.), где указанные культуры чередовались в севообороте: вико-овсяная смесь на зеленый корм — озимая пшеница + горчица белая на сидерат — картофель — ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы — отвальную (ежегодная вспашка на глубину 20...22 см) и минимальную (прямой посев на яч-