

С.С. Турапин, кандидат технических наук
А.И. Рязанцев, доктор технических наук, профессор
В.И. Городничев, доктор технических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»
РФ, 140483, Московская область, Коломенский р-н, пос. Радужный, 38

А.О. Антипов, кандидат технических наук
Государственный социально-гуманитарный университет
РФ, 140411, г. Коломна, ул. Зеленая, 30
E-mail: prraduga@yandex.ru

УДК 635.631.347

DOI: 10.30850/vrsn/2020/6/73-76

ОБОСНОВАНИЕ МОСТОВЫХ АГРОСИСТЕМ НА БАЗЕ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

В статье отмечается важность разработок, направленных на расширение применения многоопорных дождевальных машин (ДМ), исходя из мостовой конструктивно-компоновочной схемы их пролетов. Основные признаки мостовых агрегатов во многом схожи с таковыми широкозахватных дождевальных машин типа «Кубань-ЛК1», ферменный пролет с опорной тележкой можно принять за отдельный модуль. Обосновывается, что эффективность конструкции и применения однопролетного мостового модуля кругового действия определяется, исходя из основного его назначения (полив дождеванием), типами и схемами расстановки дождеобразующих устройств, а также конструкцией ходовых систем. Приводятся обоснованные и рекомендованные к использованию на ДМ «Кубань-ЛК1» пять схем расстановки дождевателей, а также типов ходовых систем для самоходной тележки моста ДМ кругового действия на уширенных жестких колесах, пневматических шинах, гусеничном и шагающем движителях. Анализ технических решений по ходовым системам дождевальных машин «Кубань-ЛК1» и разработка предложений по снижению их уплотняющих воздействий на почву позволили определить зоны применения. Приводится опыт создания экспериментального участка с модулем мостового типа на базе ДМ «Кубань-ЛК1». В результате исследований установлено, что электрифицированные многоопорные дождевальные машины типа «Кубань-ЛК1» при оптимизации их дождеобразующих и ходовых систем могут служить базой и полностью использоваться при создании многоопорных мостовых агрегатов с незначительной конструктивной доработкой. Кроме того, такая машина может служить системой электроснабжения для питания других средств механизации.

Ключевые слова: широкозахватные дождевальные машины, конструкторская документация, испытания, протокол, дождевание, модернизация.

S.S. Turapin, *PhD in Engineering sciences*

A.I. Ryazantsev, *Grand PhD in Engineering sciences, Professor*

V.I. Gorodnichev, *Grand PhD in Engineering sciences*

All Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems «Raduga»

RF, 140483, Moskovskaya oblast', Kolomenskij r-n, pos. Raduzhnyj, 38

A.O. Antipov, *PhD in Engineering sciences*

State Social and Humanitarian University

RF, 140411, g. Kolomna, ul. Zelenaya, 30

E-mail: prraduga@yandex.ru

JUSTIFICATION OF BRIDGE AGRICULTURAL SYSTEMS BASED ON MULTI-SUPPORT SPRINKLER MACHINES

The article notes the importance of developments aimed at expanding the functionality of multi-support sprinkler machines, based on the bridge design and layout scheme of their spans. The main features of bridge units are similar in many ways to those of wide-reach sprinkler machines of the Kuban-LK1 type, a basic element that (a truss span with a support cart) can be taken as a separate module. At the same time, it is proved that the effectiveness of the design and application of a single-span circular bridge module is determined, to a large extent, based on its main purpose (sprinkling), the types and schemes of placement of rain-forming devices, as well as the design of running systems. Justified and recommended for use on the Kuban-LK1 DM irrigation of soil-seeding schemes of placement of sprinklers with the results of a positive assessment as an example of one of the methods (scheme 1) in the field are given. Based on the above, the driving systems for the self-propelled DM bridge trolley of circular action on moderate rigid wheels, pneumatic tires (figures 6, 7, 8 and 9), and crawler and walking engines were proved and tested positively. The analysis of technical solutions for running systems of sprinkler machines «Kuban-LK1» and the development of technical proposals on the basis of it to reduce their compacting effects on the soil allowed us to tentatively determine, based on the strength characteristics of the surface of the soil, the zones of their application. The experience of creating, on the basis of the above studies, an experimental section with a module based on the DM «Kuban-LK1», a bridge type with a preliminary expert assessment of its work is given. Analysis of search studies has shown that electrified multi-support sprinkler machines of the Kuban-LK1 type, when optimizing their rain-forming and running systems, can serve as a base and be fully used when creating multi-support bridge units with minor design modifications. In addition, the machine can be used as a power supply system to power other means of mechanization that work in the same process with it.

Key words: far-reaching sprinkling machines, design documentation, testing, logging, irrigation, modernization.

При создании техники орошения, соответствующей зарубежной, работающей в автоматизированном режиме на равнинных, склоновых и сложной конфигурации участках, в РФ было внедрено более 4500 тыс. машин, установок, комплектов, в том числе 216 модернизированных широкозахватных многоопорных дождевальных машин типа «Кубань-ЛК1» и «Фрегат» для полива зерновых, овощных и высокостебельных культур на площади более 15000 га.

Особенно важно отметить наработки, направленные на расширение функциональных возможностей многоопорных дождевальных машин, исходя из мостовой конструктивно-компоновочной схемы их пролетов.

Техническая оснащенность земледелия не соответствует успешному развитию сельскохозяйственного производства. Она базируется в основном на машинно-тракторных агрегатах, которые не отвечают возросшим требованиям к средствам возделывания сельскохозяйственных культур. Увеличение мощности традиционной техники не повышает урожайность, усиливает вредные воздействия на почву и атмосферу.

Для новой системы земледелия необходима система дождевого орошения на глубину корнеобитаемого слоя с закрытой системой водоснабжения без питающих шлангов и переподключений, не уплотняющая и не истирающая почву своей ходовой частью, с возможностью работать в ручном и автоматическом режимах круглосуточно.

Цель работы – проанализировать технические решения по ходовым системам дождевальных машин «Кубань-ЛК1».

Преимущества технологии пространственно-дифференцированного дождевания, реализуемой с помощью модернизированных дождевальных машин следующие: повышается эффективность использования поливной воды посевами сельскохозяйственных культур путем ее перераспределения внутри поля в соответствии с особенностями микрорельефа, почв и грунтовых вод, а также характеристиками водопотребления посевов сельскохозяйственных культур; снижается негативное влияние орошения на окружающую среду, так как существенно уменьшается объем стока поливной воды в поверхностные и грунтовые воды; уменьшается деградация орошаемых земель под воздействием вторичного засоления из-за прекращения подъема уровня грунтовых вод.

Водопроводящий пояс дождевальных машин типа «Кубань-ЛК1» составлен из отдельных ферм, ограниченных опорными тележками. Конструкции ферм и опорных тележек по всей машине одинаковы. Если каждый элемент мостового агрегата принять за отдельный модуль (ферма, опорная тележка, рабочий орган, насосное оборудование и т.д.), то проектировать такие для каждого определенного участка можно по модульному принципу.

Из модулей составляются унифицированные агромы различных модификаций, отличающиеся параметрами (длина, количество ферм, операции и т.д.). Это дает возможность создать мостовые агрегаты для разных по размерам участков и сельскохозяйственных культур. Наиболее простой агрегат имеет общую опорную тележку (без консоли) длиной 60 м (рис. 1 и другие на 4-й стр. обл.).

Эффективность модульной конструкции мостовой агросистемы на базе ДМ кругового действия определяли, учитывая основное ее назначение, типы и схемы расстановки дождеобразующих устройств, а также конструкции ходовых систем.

Для обеспечения энерговодопочвосберегающих и эрозийно-безопасных технологий полива мостовой ДМ кругового действия рекомендовано пять схем расстановки дождевателей [1], определяемых типом почв и уклоном орошаемой поверхности.

Комплексные результаты исследований режима и качества полива ДМ, а также прочностных показателей почв, позволяют на основе режима орошения, выбранных параметров трубопровода машины и схем расстановки дождевателей для соответствующего типа почв и агрофона, определить по длине машины несущую способность орошаемой поверхности, то есть допустимое на нее давление ходовых систем моста. Кроме того, задаваясь необходимыми значениями несущей способности почвы по пути движения тележек, можно оптимизировать параметры водопроводящего трубопровода, выбрать рациональную схему расстановки дождевателей, а также необходимую технологию и режим орошения.

Ходовые системы для самоходной тележки моста ДМ кругового действия на умеренных жестких колесах, пневматических шинах, гусеничном и шагающем двигателях успешно прошли испытания (рис. 2).

Для ходовых систем мостовых модулей дождевальных машин «Кубань-ЛК1» и «Фрегат» в различных почвенно-рельефных условиях по прочностным характеристикам поверхности продвижения и тягово-сцепных свойств тележек ДМ, определены зоны их применения: 1 – повышенной прочности (дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые почвы: $m_3 = 300 \text{ м}^3/\text{га}$, $P_{\text{омн}} \geq 80 \dots 100 \text{ кПа}$ – обычные жесткие и узкопрофильные пневматические колеса, $H = 0,08 \dots 0,1 \text{ м}$); 2 – низкой прочности (суглинистые черноземы: $m_3 = 600 \text{ м}^3/\text{га}$, $P_{\text{омн}} = 40 \dots 80 \text{ кПа}$ – обычные шины и уширенные жесткие колеса, H – соответственно 0,05 и 0,10 м); 3 – очень низкой прочности (южные легкосуглинистые черноземы, осушаемые торфяники: $m_3 = 600 \text{ м}^3/\text{га}$ и более $P_{\text{омн}} < 40 \text{ кПа}$ – гусеничные и шагающие двигатели, широкопрофильные шины, $H = 0,05 \dots 0,10 \text{ м}$).

При достаточных мощностных и опорно-сцепных характеристиках двигателей мостовой конструкции ДМ определяли возможность движения машин, с учетом гибкости (прочности) водопроводящего трубопровода (рельефная проходимость) и конструктивно-высотных показателей машин (агротехническая проходимость).

Гибкость трубопровода ДМ обеспечивается посредством установки по ее длине, в зависимости от рельефа, гибких сочленений и систем подвесок. Конструктивно-высотные свойства мало изучены, поэтому возможны повреждения растений, особенно высокостебельных, металлоконструкциями пролетов или касаниями выпуклых мест орошаемой площади, обуславливающее буксование ДМ, а иногда остановку или поломку.

Для машин типа «Кубань-ЛК1» (с ферменными пролетами) просвет уменьшается из-за выпуклости микрорельефа при незначительных прогибах пролетов (см. схему). За критерий агротехнической проходимости ДМ принимается отношение агропросвета на сложном рельефе к высоте растений:

$$\frac{H_2}{h_1} \geq \text{const} ,$$

где H_2 – агротехнический просвет машины на сложном рельефе, $H_2 = H_1 - S_1$; S_1 – величина уменьшения агротехнического просвета; h_1 – высота растений.

Допустимое уменьшение агропросвета для «Кубань-ЛК1» определяется выражением:

$$S_1 = h_2 + h_3 + H,$$

где h_2 и h_3 – уменьшение агропросвета из-за выпуклости микрорельефа и прогиба пролета; H – глубина погружения колес.

Чтобы исключить повреждаемость растений, а также буксование и остановку ДМ, отношение величины ее агропросвета (H_2) к высоте (h_1) должно быть 0,6...0,8. При отношении меньше 0,6 возможно сокращение числа поливов.

Для обеспечения в отмеченных условиях полноценного полива обосновано увеличение агропросвета у пролетов ДМ «Кубань-ЛК1» на 1,3 м.

Опыт применения многоопорной дождевальной техники показывает, что с помощью этих машин можно вносить питательные вещества (минеральные удобрения, животноводческие стоки, микроэлементы), средства защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, регуляторы роста растений, мелиоранты для улучшения структуры почвы. После определенной доработки конструкции машины, систем электроснабжения и управления, оснащения дополнительными активными органами ее можно использовать для подвода электроэнергии к различным сельхозорудиям – по рыхлению почвы, севу, кошению, снегозадержанию, а также для об-

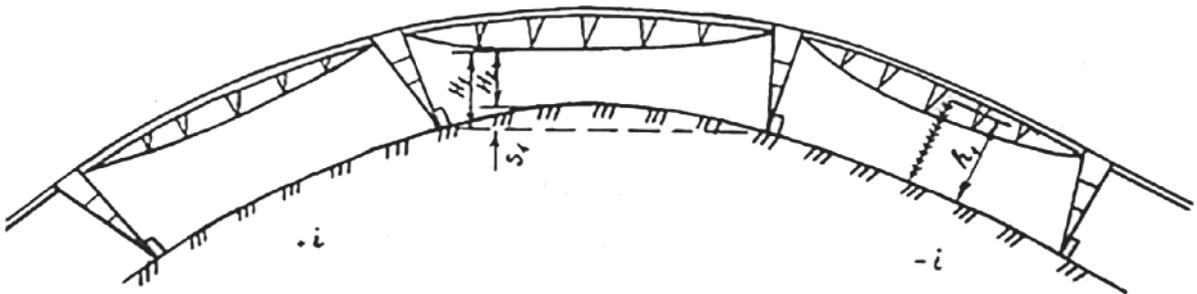


Схема пролетов ДМ «Кубань-ЛК1» на сложном рельефе

разования электромагнитных полей, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений, уборки и транспортировки урожая.

В ВНПО «Радуга» построен участок для экспериментального агрегата мостового типа. Электропитание на агрегат подается по гибкому кабелю. Вода для полива забирается насосом из пруда, через гибкий трубопровод поступает в машину, распределяется от основного трубопровода к аппаратам или открылкам, в которых задвижки работают по сигналам датчиков влажности. Управление машиной осуществляется аппаратурой «Интеллект» с микроконтроллером. Химические вещества подаются к разбрызгивающим устройствам через дополнительный трубопровод.

Выводы. Анализ проведенных исследований показал, что многоопорные дождевальные машины с централизованным электроснабжением типа «Кубань-ЛК1» при оптимизации их дождеобразующих и ходовых систем и конструктивно высотных параметров могут служить базой и полностью использоваться при создании многоопорных мостовых агрегатов с малой конструктивной доработкой, а также как система электроснабжения.

При ведении земледелия на участках с площадью от 0,5 до 50 га целесообразно создание модульных мостовых агрегатов на базе мостовых пролетов, опорных тележек и других элементов многоопорных дождевальных машин. Длина единичного модуля не должна превышать 50...100 м.

Таким образом, создание мостовых агрегатов на базе дождевальных машин расширяет их функциональные возможности в выполнении всего комплекса технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов. – Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – 225 с.
2. Рязанцев, А.И. Многоопорная дождевальная машина кругового действия / А.И. Рязанцев, М.Л. Ценципер – А.с. № 1438661 СССР. – Бюл. № 43. – 1988.
3. Ryazantsev, A.I. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines // A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko et. all. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2019. – Vol. 14. – № 3. – ISSN 1819-6608 (онлайн).
4. Ryazantsev, A.I. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region / A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko, A.I. Smirnov – Amazonia Investiga. – 2019. – Т. 8. – № 18. – С. 323–329.

LIST OF SOURCES

1. Ryazancev, A.I. Ekspluatatsiya transportnyh sistem mnogoopornyh mashin / A.I. Ryazancev, A.O. Antipov. – Kolomna: GOU VO MO GSGU, 2016. – 225 s.
2. Ryazancev, A.I. Mnogoopornaya dozhdeval'naya mashina krugovogo dejstviya / A.I. Ryazancev, M.L. Cenciper – A.s. № 1438661 SSSR. – Byul. № 43. – 1988.
3. Ryazantsev, A.I. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines // A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko et. all. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2019. – Vol. 14. – № 3. – ISSN 1819-6608 (onlain).
4. Ryazantsev, A.I. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region / A.I. Ryazantsev, A.O. Antipov, G.V. Olgarenko, A.I. Smirnov – Amazonia Investiga. – 2019. – Т. 8. – № 18. – S. 323–329.