


## Совершенствование технологического процесса орошения и конструкции шланго-барабанных дождевальных машин с плосковорачиваемым шлангом

Поступила 10.01.2020 г. / Принята к публикации 02.03.2020 г.

© Олгаренко Геннадий Владимирович , Рязанцев Анатолий Иванович, Терпигорев Анатолий Анатольевич


Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна, Россия

**Аннотация.** По данным Минсельхоза России (2018 г.) существующий парк дождевальной техники, насчитывает 6393 единиц, из них шланго-барабанные машины составляют 1647 единиц (25,76%), из них доля отечественного производства составляет 42,2%. По основным конструктивным особенностям шланго-барабанные машины разделяются по типу наматываемого на барабан питающего шланга, выполненного из гибкой полиэтиленовой трубы или из плосковорачиваемого шланга. Образцы последнего типа этих машин наиболее доступны по цене. Однако применение плосковорачиваемого шланга при его волочении заполненного водой по поверхности поля связано с образованием петли, приводящей к повреждаемости растений, снижении коэффициента земельного использования и его износу. В 2018 году Всероссийским научно-исследовательским институтом «Радуга» был разработан, изготовлен, с применением современных комплектующих частей, и испытан усовершенствованный экспериментальный образец шланго-барабанной машины, оснащенный петлеобразующим барабаном. Привод машины осуществляется от гидравлической турбины, с задаваемой скоростью перемещения, обеспечивающей выдачу нормы полива от 90 до 500 м<sup>3</sup>/га. Дождеобразующее оборудование – сменное: дальнеструйный дождевальный аппарат или устанавливаемых на специальной ферме двух среднеструйных аппаратов со среднекруговой интенсивностью дождя от 0,14 до 0,56 мм/мин, в зависимости от типа дождеобразующих устройств и сектора полива. Коэффициент земельного использования с применением новой конструкции петлеобразователя достигает 0,98 и практически исключает повреждаемость растений.

**Ключевые слова.** Орошение, дождевание, шланго-барабанная дождевальная машина, плосковорачиваемый шланг, дождевальный аппарат, петлеобразователь.

## Improving the technological process of irrigation and the design of hose-reel sprinklers with a flat-turntable hose

Received on January 10, 2020 / Accepted on March 02, 2020

© Olgarenko Gennadij Vladimirovich , Ryazancev Anatolij Ivanovich, Terpigorev Anatolij Anatolevich

Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga», Kolomna, Russia

**Abstract.** According to the Ministry of agriculture of Russia (2018), the park of sprinkler equipment has 6393 units, of which hose-reel sprinklers make up 1647 units (25.76% from total number and 42.2% of hose-reel sprinklers is produced by Russia). According to the main design features, hose-reel sprinklers are divided by the type of hose that is wound on the reel, made of a flexible polyethylene pipe or a flat-turntable hose. Samples of the hose-reel sprinklers with a flat-turntable hose are most affordable. However, the use of a flat-turntable hose when dragging a field filled with water over the surface is associated with the formation of a loop that leads to damage to plants, a decrease in the coefficient of land use and its wear. In 2018, the All-Russian research Institute «Raduga» developed, manufactured, using modern components, and tested an improved experimental sample of a hose-reel sprinklers equipped with a loop-forming drum. The machine is driven by a hydraulic turbine, with a set speed of movement, which provides the output of irrigation rates from 90 to 500 m<sup>3</sup>/ha. Irrigation equipment is replaceable: a long-range sprinkler or two medium-sized devices installed on a special truss structure with a medium-round rain intensity from 0.14 to 0.56 mm/min, depending on the type of rain-forming devices and the field sector of irrigation. The coefficient of land use reaches 0.98 with the usage of a new design of the loop-forming drum and damage to plants is practically excluded.

**Keywords.** Irrigation, sprinkling, hose-reel sprinkler, flat-turntable hose, sprinkler, loop-forming drum.

**Введение.** Площадь, орошаемых земель в РФ различными способами полива на период 2016г. составила 1,43 млн га. Наиболее распространенным способом орошения является дождевание. По данным технической инвентаризации, представленными ФГБУ «Управлениями «Мелиоводхоз» в 2014 г. насчитывалось: дождевальных машин ДМ «Кубань» – 120 ед., ДМ «Фрегат» – 4269 ед., ДМ «Днепр» – 231 ед., ДМ «Волжанка» – 1679 ед., ДДА-100 МА – 1550 ед. и прочих дождевальных машин и установок – 5716 ед., в т. ч. полосовых шланго-барабанных дождевателей – 951 ед.

Распространение шланго-барабанных дождевальных машин в практике орошаемого земледелия в современных условиях определяется не только изменением климата, сокращением количества осадков и общепризнанной эффективностью применения орошения, но и мировым техническим прогрессом развития механизации орошения в условиях возрастающего дефицита водных ресурсов [1].

Замена традиционных способов поверхностного полива на дождевание с их применением обеспечивает 30 % экономию оросительной воды, повышает эффективность ее использования до 76 % и равномерности распределения по орошаемой площади до 74 % [2]. Кроме того, применение дождевальных шланго-барабанных машин на поливе сельскохозяйственных культур, адаптированных к условиям продолжительных действий высоких температур и редкими дождями, создают условия формирования высоких урожаев. Результаты трехлетних сравнительных испытаний дождевания однолетних сельскохозяйственных культур шланго-барабанными машинами и капельным орошением в Северной Италии (2009–2011 гг.) показали возможность получения практически равных урожаев, с подтверждением экономии воды при капельном орошении, но увеличения производительности труда с применением шланго-барабанных дождевальных машин [3].

Возросший интерес сельхозпроизводителей к этому виду дождевальной техники и удобства ее эксплуатации обусловили необходимость совершенствования ее узлов, элементов их конструкций в.ч. дальнеструйных аппаратов, работающих в диапазонах базового дав-

ления 0,38...0,46 МПа, систем их привода, устойчивости их тележек и предотвращение скручивания гибких шлангов при их перемещении с водой по полю [1, 4, 5].

В последние годы с развитием фермерских хозяйств в РФ значительно увеличился парк полосовых шланго-барабанных дождевателей. Их доля в структуре отечественного парка дождевальных машин пока не превышает 6 % с общей площадью орошения около 100 тыс. га, в перспективе возможно расширения орошаемых площадей с их применением до 20 % от общей площади орошаемых земель [6]. К периоду 2018 г. доля площадей поливаемых с применением шланго-барабанных машин составила уже 7 % от общей площади орошения [7].

Востребованность такого типа дождевальных машин обусловлена, автономностью использования их на мелкоконтурных участках с сокращением протяженности стационарно-сезонной оросительной сети и возможностью проведения одновременного позиционного полива участков площадью от 0,4 до 4,6 га в зависимости от их модификации.

Высокая степень автоматизации процесса полива, простота работы и настройки, хорошая адаптация к параметрам и конфигурации орошаемой площади, высокая мобильность, возможность работы на сравнительно больших уклонах поверхности земли, высокая производительность труда при поливе. Эти достоинства и определили широкое применение шланго-барабанных машин в отечественной и зарубежной практике орошаемого земледелия.

По данным Минсельхоза России (2018 г.) парк дождевальной техники РФ претерпел естественный износ насчитывает 6393 ед. отечественного и зарубежного производства, в т. ч. шланго-барабанных дождевальных машин 1647 ед. (25,76 %). Доля шланго-барабанных машин отечественного производства составляет 42,2 % (696 ед.).

При существующей структуре овоще-кормовых севооборотов с учетом обновления существующего парка на период 2020 гг. потребуется 2000 ед. такого вида дождевальных машин [8], а к 2030 г с их потребностью 1000 ед. в год и составит 5400 ед., что определяет необходимость совершенствования их конс-

трукций и развития их отечественного производства [9].

В зависимости от вида шланга, что, в свою очередь, обуславливает конструкцию и технологию работы шланго-барабанных машин, они подразделяются на два типа: с гибкой наматываемой на специальный барабан полиэтиленовой трубой и с плоскостворачиваемым шлангом [10].

В начале 70-х годов большее распространение получил дождеватель первого типа. Впервые они появились в Австрии, Франции, ФРГ. Однако их широкое применение началось только с 1973 г. В 1975–1979 гг. такие дождеватели (ПШД) стали выпускать и применять в Великобритании, Дании, Финляндии, Чехословакии, Швеции, а также экспортировать во многие страны мира.

Тенденция интенсивного развития ПШД второй группы такого типа машин получило в США в 1965 г., а к 1979 г. площадь, орошаемая ими, достигла 0,5 млн га. В настоящее время такие дождеватели продолжают пользоваться спросом, в т.ч. из-за их наиболее достигнутой стоимости, однако в европейских странах они пока не получили широкого распространения. Такие ПШД включают следующие основные узлы:

1. Энергетическая тележка с тремя или четырьмя колесами с пневматическими шинами. Передние колеса являются направляющими, а задние имеют тормоза.

2. Намоточный барабан, установленный на этой тележке и предназначенный для намотки плоскостворачиваемого шланга при переезде ПШД на новую позицию.

Намоточный барабан может монтироваться и на отдельном одноосном шасси с пневматическими колесами. Барабаны ПШД с большой производительностью устанавливаются горизонтально, с малой и средней – вертикально. Следует отметить, что без прицепного барабана, особенно при значительной длине тележки, ПШД обладает меньшей маневренностью на орошаемой площади с расчлененным рельефом.

1. Средне- или дальнеструйный дождевальная аппарат секторного действия, установленный на тележке. У некоторых ПШД вместо одного дождевального аппарата предусматрива-

ется несколько короткоструйных дождевальных аппаратов, смонтированных на двухконсольной ферме, закрепленной на энергетической тележке.

2. Плоскостворачиваемый шланг, обычно изготавливаемый из резины с брезентовым покрытием.

3. Лебедка с буксирным тросом.

4. Привод лебедки для намотки троса и перемещение энергетической тележки чаще всего выполнен в виде гидротурбины с системой механических передач, а при поливе загрязненной водой – двигатель внутреннего сгорания, с отдельным гидромотором для намотки плоскостворачиваемого шланга.

5. Система управления работой ПШД, механизмы намотки шланга и троса.

Основной недостаток известных конструкций шланго-барабанных машин с плоскостворачиваемым шлангом состоит в образовании петли плоскостворачиваемого шланга при перемещении шланго-барабанной машины с края поля к гидранту и установленному у него анкера тягового троса.

Для обеспечения беспрепятственного прохода энергетической тележки и снижения усилий на перемещение образующей петли плоскостворачиваемого шланга, возникает необходимость устройства перед поливом специального прохода для энергетической тележки, выполненного в виде полосы шириной до 3 м и длиной, соответствующей длине орошаемого участка. Наличие такой полосы не только снижает коэффициент земельного использования (КЗИ), но и приводит к потере части урожая в следствии повреждения на ней 60...70% растений (рис. 1.). Следует отметить, что в конце прошлого столетия (1980–1981 гг.) для полива на мелкоконтурных участках со сложным рельефом с участием ВНИИ «Радуга» был разработан и внедрен дальнеструйный шланго-барабанный дождевальная агрегат ДДС-30 [11]. Государственные испытания агрегата были проведены в саду совхоза «Лиманский» Белозерского района Херсонской области. Участок имел выровненный рельеф с уклоном 0,003, почва темно-каштановая, среднесуглинистая. Твердость ее в слое 0...10 см 0,1 МПа, в слое 10...20 см – 0,18 и в слое 20...30 см – 0,25 МПа [12]. Площадь, орошаемая с одной позиции, составила 3,6 га, ширина захвата с перекрытием – 90 м, радиус полива без перекрытия – 52 м. Качество



дождя соответствовало агротехническим требованиям. Коэффициент эффективного полива при скорости ветра 2 м/с – 0,7...0,8. Средний диаметр капель в начале струи равен 1,2 мм, в среднем 1,4 мм, в конце – 1,7 мм. Производительность при поливной норме 600 м<sup>3</sup> за час основного времени составила 0,18, а за час эксплуатационного времени – 0,16 га. Коэффициент использования и эксплуатационного времени получен равным 0,87. Эксплуатационно-технологические показатели ДДС-30 находились в пределах установленных требований. С применением петлеобразователя на ДДС-30 при поливе низкостебельных сельскохозяйственных культур сплошного сева КЗИ может быть доведен до 0,97, а при поливе пропашных культур – до 0,98, что обеспечивает наименьшую повреждаемость растений и повышает устойчивость шланга к износу [12].



Рис. 1. Перемещение по полю образующей петли плосковорачиваемого шланго-барабанных дождевальных машин второго типа: 1 – энергетическая тележка; 2 – дождевальная аппаратура; 3 – напорный плосковорачиваемый шланг; 4 – перемещаемая петля шланга

За истекший период с 1980 гг по настоящее время технический уровень шланго-барабанных машин получил свое потенциальное развитие в т. ч. и в их оснащении турбинным гидродвигателем, с регулируемой скоростью перемещения

машины соответствующем изменением величины выдаваемой поливной нормы, системы контроля рабочих параметров в процессе полива, их дождевальные аппараты снабжены сменными соплами для выбора оптимальных параметров формируемого дождя. Изменился так же материал плосковорачиваемого шланга, но технологии его перемещения волочением по поверхности поля осталось без изменения.

Цель данной работы заключалась в разработке, изготовлении и проведения лабораторно-полевых испытаний экспериментального образца современной дождевальной шланго-барабанной машины (ШБМ) с плосковорачиваемым шлангом, оснащенной петлеобразователем, обеспечивающим формирование петли в вертикальной плоскости. Поставленная задача решалась в рамках выполнения Государственного контракта №188/20 от 13.07.2018 г на «Выполнение опытно-конструкторских работ по разработке дождевальной техники нового поколения» (пункт 5.3.2 «Шланговые барабанные дождевальные машины»).

Выбор принципиальной схемы конструкции шланго-барабанной машины основывался на анализе конструкций современных машин этого типа, соответствия их применения при реализации отечественных технологий, их цены и возможности приобретения комплектующих изделий для создания экспериментального образца с перспективой стадий его дальнейшей разработки.

**Материалы и методы исследований.** Исходя из анализа зарубежного и отечественного опытов применение шланго-барабанных дождевальных машин с плосковорачиваемым шлангом, их достоинств и недостатков, ФГБНУ ВНИИ «Радуга» была обоснована целесообразность разработки шланго-барабанной дождевальной машины, отвечающей требованиям по обеспечению экологически безопасных и энергосберегающих технологий полива, необходимой устойчивости и управляемости при перемещении, исключения повреждаемости культур при минимальной материалоемкости и наибольшей производительности труда.

Основные технические требования к разрабатываемой машине определены анализом современного уровня конструкций шланго-барабанных машин их, основных узлов и требованиями к отечественной агротехнологии

возделывания сельскохозяйственных культур, изложенных в техническом

задании на разрабатываемый образец ШБМ (рис. 2):

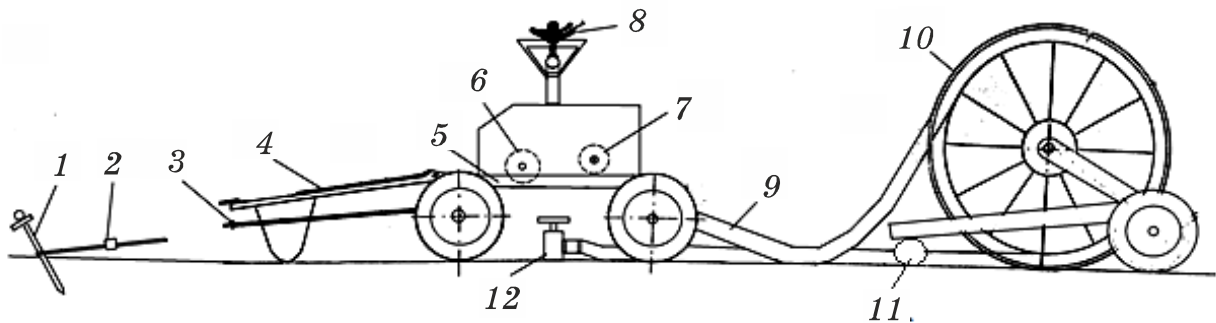


Рис. 2. Принципиальная схема шланго-барabanной дождевальной машины с плосковорачиваемым шлангом: 1 – анкер; 2 – устройство расцепное; 3 – упор; 4 – дышло; 5 – рама шасси; 6 – лебедка; 7 – гидропривод лебедки; 8 – дождеобразующее устройство; 9 – гибкий шланг; 10 – барабан-петлеобразователь; 11 – опорный ролик; 12 – гидрант

1. Машина в основе своей должна состоять из следующих основных частей: колесного шасси 5 с гидромеханическим приводом 7 и органами управления, дождеобразующим устройством 8 и петле-намоточным устройством 10 с плосковорачиваемым шлангом 9 (рис. 2).

2. Колесное шасси является основанием для установки на ней узлов и агрегатов. Шасси имеет 4-х колесную раму с возможностью регулировки ширины колеи. Передние колеса самоустанавливающиеся. Рама должна иметь прицепное устройство к трактору и подсоединения петленамоточного устройства.

3. Привод энергетической тележки должен быть гидромеханический, турбинного типа, иметь многоступенчатый редуктор и тросовую лебедку с укладчиком троса. Тросовая лебедка должна дополнительно иметь ручной привод. Рабочее перемещение энергетической тележки должно осуществляться за счет намотки троса на вращающийся барабан лебедки. Трос должен фиксироваться на конце участка с помощью якоря анкерного типа. Направление движения задается тросом. Машина должна оснащаться механизмом ее автоматической остановки в заданном месте.

4. Дождеобразующее устройство-сменное и должно состоять из:

дальнеструйного дождевального аппарата с возможностью работы по сектору;

складной двухконсольной фермы со среднеструйными дождевальными аппаратами на ее концах с возможностью их работы по сектору [13].

5. Петле-образующие намоточное устройство должно состоять из двухколесной рамы и петлеобразующего барабана обеспечивающего образование петли шланга в вертикальной плоскости без его излома. Рама должна иметь сцепное устройство и домкрат. Намотка шланга для транспортировки должна осуществляться с помощью редуктора, имеющего привод от вала отбора мощности транспортного средства, и вручную.

Эти условия определили необходимость создания и организации, отечественного производства дождевальных шланго-барabanных машин с плосковорачиваемым шлангом, оснащаемых петлеобразователем и сменным дождеобразующим оборудованием, соответствующей интенсивности формируемого дождя.

Новизна предлагаемых решений по их совершенствованию, кроме повышения качества показателей создаваемого дождя, состоит и в разработке колесного петлеобразующего комбинированного барабана, обеспечивающего формирование положения образующей петли плосковорачиваемого шланга в вертикальной плоскости и возможности его использования для намотки шланга при его транспортировке, а так же в оснащении энергетической тележки смен-

ным дождеобразующим оборудованием: одного дальнеструйного дождевального аппарата или двумя среднеструйными аппаратами, установленных на специальной складывающейся ферме.

Лабораторные испытания изготовленного экспериментального образца проводили на лабораторной базе ВНИИ «Радуга», а лабораторно-полевые испытания - в базовом хозяйстве ЗАО «Озера» Озерского административного округа Московской области.

Распределение дождя, его интенсивность и структуру измеряли в соответствии с СТО АИСТ 11.1-2004 по методике, разработанной ФГБНУ ВНИИ «Радуга» и Владимирской Государственной зональной машиноиспытательной станции.

Структуру дождя определяли по общепринятой методике, с дублированием их замера по динамическому воздействию при падении. Устройством для измерения динамического воздействия дождя на почву (Патент на полезную модель PUS 155056, 2015г)

Формирование дождя дождевальными аппаратами проводили при их оснащении соплами средних размеров из рекомендуемых в комплектах. Подводимый к машине расход воды измеряли счетчиком для холодной воды (Проверка № АА236851 от 06.08.2018 г).

Испытания экспериментального образца проводились на действующей оросительной системе, по вспаханному полю со среднесуглинистыми почвами с влагоемкостью НВ 23,0...29,0 и водопроницаемостью 0,17...2,73 мм/мин., с продольным уклоном (в направлении перемещения техники) 0,0028...0,0059 и практически равными им поперечными уклонами. Минерализация оросительной воды 0,5...1,0 г/л и водородный показатель 7,2.

Габаритные размеры машины в транспортном положении с трактором: длина – 9920 мм; одной машины – 5300 мм, высота – 2500 мм; ширина с дальнеструйным дождевальным аппаратом – 1700 мм; со среднеструйным дождевальными аппаратами на ферме – 8500 мм.

На опытный участок дождевальную машину, подготовленную к транспортному положению, перевозки в полный ее комплектации бортовой машиной с длиной кузова 6,3 м, грузоподъемностью 3 т, оснащенную манипулятором.

Перемещение по участку и установку на исходную позицию осуществляли с помощью трактора «Беларус» (класс – 1,4). Размотка тягового троса и установка анкера у гидранта осуществлялась вручную. Укладка шланга от исходной позиции к гидранту осуществляется трактором. Тяговые усилия на перемещение машины по полю определяли по динамометру, установленным между тросом и его анкером.

Устойчивость агрегата при его перемещении определялось по факту сокращения его устойчивого положения при его прямолинейном перемещении и развороту на 180° на вспаханном поле с помощью трактора. Величину тягового усилия на перемещение работающего агрегата определяли динамометром, установленным между тяговым тросом и анкером.

**Результаты и обсуждение.** В 2018 году ВНИИ «Радуга» был разработан, изготовлен и испытан в базовом хозяйстве ЗАО «Озера» Озерского административного округа Московской области усовершенствованный экспериментальный образец шланго-барабанной машины второго типа (ПДМ-00.000), оснащенный петлеобразователем и подтвердившим правильность выбора его технического решения и полученным рекомендациям на разработку опытного образца. Испытания экспериментального образца проводилась на существующей оросительной системе с дизельной насосной станцией фирмы «Бенлиих» 70/120 с установленной на ней давления при проведении испытаний 0,6...0,8 МПа с возможностью его корректировки на гидранте сети. Общий вид экспериментального образца шланго-барабанной машины ПДМ-00.000 приведен на рисунке 3. Техническая характеристика, условия испытаний и агротехнические характеристики при стендовых и лабораторных испытаниях соответствовали утвержденному техническому заданию на разрабатываемую шланго-барабанную дождевальную машину: расход машины при рабочем давлении 0,4 МПа достигает 11,9 л/с против 12 л/с из технического задания в зависимости от типа применяемых дождевальных аппаратов и установленных на них диаметров сопел. Среднекруговая интенсивность дождя без перекрытия дальнеструйного дождевального аппарата 0,136, а среднеструйного – 0,14 мм/мин. Формируемый средний диаметр капель – 1,0 мм. Рабочая скорость перемещения ма-



шины, регулируемая от 17 до 100 м/ч. Трудоемкость приведения дождевальной машины в рабочее состояние на поле 0,45 чел.-ч./га. Тяговое усилие на тросе заме-

ренные у его анкера при работающей машине с петлеобразователем составили 160...170 кг при скорости ее перемещения 23 м/ч.



Рис. 3. Экспериментальный образец шланго-барабанной машины ПДМ-00.000: 1 – энергетическая тележка; 2 – тяговый трос; 3 – дождеобразующее устройство; 4 – плосковорачиваемый напорный шланг; 5 – петлеобразователь; 6 – формируемая петля плосковорачиваемого шланга

Усовершенствованная технология работы экспериментального образца дождевальной машины и разработанная ее модификация для полива малых площадей позволяет: улучшить качественные характеристики дождя и равно-мерность его распределения; снизить энергоемкость процесса орошения за счет уменьшения потерь в плосковорачиваемом шланге и повышения КПД привода; изменит характер труда оператора, посредством полной его автоматизации; заменить металлоконструкции новыми материалами, характеризующимися небольшой массой, высокой прочностью и устойчивыми антикоррозийными свойствами.

Состав экспериментального образца машины: энергетическая тележка с гидротурбинным приводом, редуктор барабана для намотки тягового троса и комбинированный петлеобразователь, электропитание системы управления: аккумулятор от 12 до 24 В и солнечная батарея.

Вопрос применения среднеструйных аппаратов типов «Роса» усложняется условиями и ограниченного их производства. В качестве аналогов ана-

лизировались и уточнялись в лабораторных условиях зарубежные среднеструйные дождевальные аппараты ДМ-07-140 аналог аппаратов ПШД PZT-75 («Sigma», Чехословакия) и среднеструйные дождевальные аппараты типа P/25-S (Италия).

Двухсопловые дождевальные аппараты PZT-75 рекомендуется применять при рабочих давлениях 0,25 МПа с диаметром сопел 13,5 и 6,3 мм, обеспечивающих расход 6,2 л/с. Формируемый ими дождь со средней интенсивностью 4,1 мм/мин и средним диаметром капель 1,5 мм позволяет обеспечить ширину увлажненной полосы 60 м и довести величину достоковой нормы до 350 м<sup>3</sup>/ га за проход на почвах средней водопроницаемости.

Среднеструйный дождевальный аппарат P/25-S, обеспечивает расход воды от 1,47 до 10,8 л/с в зависимости от установленного диаметра сопла (от 8 до 20 мм) и рабочего диапазона давления от 0,2 до 0,6 МПа. Дальность полета струи может достигать 18...40 м.

Основные характеристики: расход (проектный) – 15 л/с при давлении 1 МПа,

при испытаниях – 10,7 л/с при давлении 0,8 МПа; скорость перемещения энергетической тележки – регулируемая от 10,2 до 100,2 м/ч, обеспечивающая выдачу поливной нормы от 90 до 500 м<sup>3</sup>/га за один проход; тяговое усилие на перемещение работающей машины со шлангом длиной 100 м и диаметром 63 мм по вспаханному полю с уклонами 0,004...0,005 до 160...170 кг; среднекруговая интенсивность дождя дальнеструйного аппарата (JET65) в зависимости от диаметра сопла 0,11-0,135 мм/мин. Среднеструйного (P/25S) – до 0,2 мм/мин; длина полосы орошения 200 м, сезонная нагрузка 12...15 га, КЗИ – 0,98 при практическом исключении повреждения растений; масса экспериментального образца машины 910 кг.

### Выводы

В результате проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок предложена конструкция и изготовлен экспериментальный образец шланго-барабанной дождевальной машины (ПДМ-00.000), соответствующий требованиям на ее разработку.

Установлено, что оснащение дождевателя комбинированным петлеобразователем позволило без значительного увеличения сопротивления его передвижения, по полю практически исключить заминаемость наземной части сельскохозяйственных культур плоскосворачиваемым шлангом.

Выявлено, что оборудование дождевателя в виде двухконсольной складывающейся фермой с установленными на ней двумя среднеструйными дождевальными аппаратами, позволит в сравнении с одним дальнеструйным дождевальным аппаратом, повысить качество дождя, его равномерность распределения, уменьшить крупности капель, его интенсивность и увеличить достояковой нормы на 12...15%.

Полученные характеристики лабораторно-пылевых испытаний экспериментального образца шланго-барабанной машины с плоскосворачиваемым шлангом дают основание рекомендовать проведение разработки, создания опытного образца и проведение его испытаний на производственных поливах.

### Библиографический список

1. El Chami, D.; Daccache, A. Assessing sustainability of winter wheat

production under climate change scenarios in a humid climate - An integrated modelling framework // Agricultural systems. Nov 2015. Vol: 140. P. 19-25.

2. Hashim, Sarfraz; Mahmood, Sajid; Afzal, Muhammad Performance Evaluation of Hose-Reel Sprinkler Irrigation System // Arabian journal for science and engineering. Oct 2016. Vol: 41 N: 10. P. 3923-3930.

3. Li, K., Tang, Y., Zhao, J. Design and optimization of worm drive based transmission system for hose reel sprinkler // Paiguan Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering 35(5), 2017. P. 454-460.

4. Zhao, J., Tang, Y. Design for stability single nozzle sprinkler cart of hose reel irrigator // Paiguan Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering 33(9), 2015. P. 823-828.

5. Ghinassi, G., Pezzola, E. Controlling sprinkler rotation speed to optimize water distribution uniformity of travelling rain guns // American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2014, ASABE 2014 5, P. 3574-3580.

6. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения/ под общ. ред. Г.В. Ольгаренко. Справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015.

7. Г.В. Ольгаренко, С.М. Гордон Обо-собление равномерности распределения слоя осадков дождевальными машинами. Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 2. С. 25-30.

8. Г.В. Ольгаренко. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. №1. С. 44-47.

9. Терпигорев А.А., Грушин А.В., Гжибовский С.А. Анализ развития шланговых барабанных дождевальных машин // Техника и оборудование для села. 2017. № 9. С. 30-34.

10. Винокур Е.Я., Рязанцев А.И., Евтюхин В.И., Лapidовский А.К. Полосовые шланговые дождеватели: Обзорная информация, ЦНТИ, Госконцерн «Водстрой». М., 1991.

11. Бальбеков Б.А., Кремнев Ю.А., Рязанцев А.И., Гордон С.М. Дальнест-



руйный дождевальный агрегат ДОС-30 // Техника в сельском хозяйстве. 1984. №6. С. 12-14.

12. Протокол №33-75-81 1260210 Государственных испытаний автоматизированного дальнеструйного дождевального агрегата ДДС-30 (М.9.1.16.). Херсон: ВИСХОМ, 1981.

13. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальной техники. ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. С. 232–239.

14. Протокол предварительных испытаний экспериментального образца плановой барабанной машины ПДМ-00.000. ФГБНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, 2018.

### References in roman script

1. El Chami, D.; Daccache, A. Assessing sustainability of winter wheat production under climate change scenarios in a humid climate - An integrated modelling framework // Agricultural systems. Nov 2015. Vol: 140. P. 19-25/

2. Hashim, Sarfraz; Mahmood, Sajid; Afzal, Muhammad Performance Evaluation of Hose-Reel Sprinkler Irrigation System // Arabian journal for science and engineering. Oct 2016. Vol: 41 N: 10. P. 3923-3930.

3. Li, K., Tang, Y., Zhao, J. Design and optimization of worm drive based transmission system for hose reel sprinkler // Paiguan Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering 35(5), 2017. P. 454-460.

4. Zhao, J., Tang, Y. Design for stability single nozzle sprinkler cart of hose reel irrigator // Paiguan Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering 33(9), 2015. P. 823-828.

5. Ghinassi, G., Pezzola, E. Controlling sprinkler rotation speed to optimize water distribution uniformity of travelling rain guns // American Society of Agricultural

and Biological Engineers Annual International Meeting 2014, ASABE 2014 5, P. 3574-3580.

6. Resursosberegayushchie energoeffektivnye ekologicheski bezopasnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva orosheniya/ pod obshch. red. G.V. Olgarenko. Sprav. – М.: ФГБНУ «Rosinformagrotekh», 2015.

7. G.V. Ol'garenko, S.M. Gordon Obosoblenie ravnomernosti raspredeleniya sloya osadkov dozhdeval'nymi mashinami. Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2019. № 2. S. 25-30.

8. G.V. Olgarenko. Realizaciya programmy importozameshcheniya v oblasti proizvodstva tekhniki poliva v Rossijskoj Federacii // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2018. №1. S. 44-47.

9. Terpigorev A.A., Grushin A.V., Gzhibovskij S.A. Analiz razvitiya shlangovyh barabannyh dozhdeval'nyh mashin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2017. № 9. S. 30-34.

10. Vinokur E.YA., Ryazancev A.I., Evtyuhin V.I., Lapidovskij A.K. Polosovye shlangovye dozhdevateli: Obzornaya informaciya, CNTI, Goskoncern «Vodstroj». М., 1991.

11. Bal'bekov B.A., Kremnev YU.A., Ryazancev A.I., Gordon S.M. Dal'nestrujnyj dozhdeval'nyj agregat DOS-30 // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 1984. №6. S. 12-14.

12. Protokol №33-75-81 1260210 Gosudarstvennyh ispytaniy avtomatizirovannogo dal'nestrujnogo dozhdeval'nogo agregata DDS-30 (М.9.1.16.). Herson: VISKHOM, 1981.

13. Ryazancev A.I. Napravleniya sovershenstvovaniya dozhdeval'noj tekhniki. ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. С. 232–239.

14. Protokol predvaritel'nyh ispytaniy eksperimental'nogo obrazca shlangovoj barabannoj mashiny PDM-00.000. ФГБНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, 2018.

### Дополнительная информация

#### Сведения об авторах:

**Ольгаренко Геннадий Владимирович**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; директор; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научноисследовательский институт «Радуга»; 140483, Московская область, Коломенский городской округ, пос. Радужный, д. 38; e-mail: pgraduga@yandex.ru.

**Рязанцев Анатолий Иванович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научноисследовательский институт «Радуга»; 140483, Московская область, Коломенский городской округ, пос. Радужный, д. 38.

**Терпигорев Анатолий Анатольевич**, кандидат технических наук, ведущий научный сотруд-

ник, заведующий научно-исследовательским отделом; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научноисследовательский институт «Радуга»; 140483, Московская область, Коломенский городской округ, пос. Радужный, д. 38.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

**Для цитирования:** Ольгаренко Г.В., Рязанцев А.И., Терпигорев А.А. Совершенствование технологического процесса орошения и конструкции шланго-барабанных дождевальных машин с плосковорачиваемым шлангом // Экология и строительство. 2019. № 4. С. 32–41. doi: [10.35688/2413-8452-2020-01-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-01-004).

### Additional Information

#### Information about the authors:

**Olgarenko Gennadij Vladimirovich**, corresponding member of Russian Academy of Sciences, doctor of agricultural sciences, professor; director; Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»;; 38, Raduzhnyj, Kolomna city district, Moscow region, Russia, 140483; e-mail: [praduga@yandex.ru](mailto:praduga@yandex.ru).

**Ryazancev Anatolij Ivanovich**, doctor of technical sciences, professor, chief researcher; Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»;; 38, Raduzhnyj, Kolomna city district, Moscow region, Russia, 140483.

**Terpigorev Anatolij Anatolevich**, candidate of technical sciences, leading researcher, head of the research department; Federal state budgetary scientific institution «All-Russian scientific research Institute «Raduga»;; 38, Raduzhnyj, Kolomna city district, Moscow region, Russia, 140483.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

**For citations:** Olgarenko G.V., Ryazancev A.I., Terpigorev A.A. Improving the technological process of irrigation and the design of hose-reel sprinklers with a flat-turntable hose // Ekologiya i stroitelstvo. 2020. № 1. P. 32–41. doi: [10.35688/2413-8452-2020-01-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-01-004).