

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ДОЖДЕВАТЕЛЯ

А. Л. МАЗАЕВА, Ю. Н. ДУБРОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 12.08.2024)

Важным направлением в значительном повышении эффективности орошаемого земледелия Республики Беларусь является разработка и реализация новых ресурсосберегающих технологий и технических средств, обеспечивающих повышение продуктивности орошаемых земель и создание благоприятной экологической обстановки в агроландшафтах. Наличие значительного количества разнообразной по конструкции и назначению техники полива, а также хозяйств различных форм собственности в соответствующих почвенно-климатических зонах орошения и особенности существующих условий функционирования хозяйств, предопределяет острую необходимость в разработке новых методологических подходов в выборе эффективной дождевальной техники для конкретных хозяйств на основе применения методов многомерной статистики, позволяющих дать объективную оценку точности и достоверности выбора дождевальной техники.

Каждому способу орошения присущи свои особенности, которые связаны с режимом полива, поэтому при выборе способа орошения необходимо сперва проанализировать основные эксплуатационные и агротехнические способы и техники полива, целесообразные для орошаемого участка и возделываемых на нем культур. В настоящее время происходит восстановление дождевальной техники, создание новых высокотехнических конструкций дождевальных устройств (аппаратов, насадок), обеспечивающих экологически безопасный полив и экономию электроэнергии.

В связи с этим дождевальные устройства подвергаются неоднократной модернизации. Однако известно из литературных источников, что проводимые исследования еще не позволяют полностью решить проблему улучшения качества полива и создания новых высокотехнологичных конструкций дождевальных аппаратов и насадок.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение – создание мелкодисперсного дождевателя-опрыскивателя, обеспечивающего мелкодисперсное распыление оросительной воды и предотвращающего разрушение структуры почвы, исключение влияния перепадов давления в трубопроводе дождевальной машины на работу дождевальной насадки.

Ключевые слова: мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель, насадка, дефлектор, сопло.

An important direction in significantly increasing the efficiency of irrigated agriculture in the Republic of Belarus is the development and implementation of new resource-saving technologies and technical means that ensure an increase in the productivity of irrigated lands and the creation of a favorable environmental situation in agricultural landscapes. The presence of a significant number of irrigation equipment of various designs and purposes, as well as farms of various forms of ownership in the corresponding soil and climatic irrigation zones and the specifics of the existing conditions of farm operation, predetermines an urgent need to develop new methodological approaches to choosing effective sprinkler equipment for specific farms based on the use of multivariate statistics methods that allow an objective assessment of the accuracy and reliability of the choice of sprinkler equipment. Each irrigation method has its own characteristics associated with the irrigation regime, therefore, when choosing an irrigation method, it is necessary to first analyze the main operational and agrotechnical methods and irrigation techniques that are appropriate for the irrigated area and the crops grown on it. Currently, there is a restoration of sprinkler equipment, the creation of new high-tech designs of sprinkler devices (apparatus, nozzles), providing environmentally friendly irrigation and energy savings.

In this regard, sprinkler devices are subject to repeated modernization. However, it is known from literary sources that the conducted research does not yet fully solve the problem of improving the quality of irrigation and creating new high-tech designs of sprinkler devices and nozzles.

The problem, which the claimed invention is aimed at solving, is the creation of a fine-dispersion sprinkler-sprayer, providing fine spraying of irrigation water and preventing the destruction of the soil structure, eliminating the influence of pressure drops in the sprinkler pipeline on the operation of the sprinkler nozzle.

Key words: fine-dispersion sprinkler-sprayer, attachment, deflector, nozzle.

Введение

Каждый способ орошения имеет свои особенности, связанные с режимом полива, поэтому при выборе метода полива необходимо провести анализ основных эксплуатационных и агротехнических приемов и техник полива, наиболее подходящих для конкретного орошаемого участка с выращиваемыми культурами. На сегодняшний день актуальной является задача восстановления дождевальной техники и создания новых высокотехнологичных конструкций дождевальных устройств (насадок, аппаратов), обеспечивающих эффективный полив и сбережение ресурсов [1, 2].

Основным и наиболее популярным видом орошения в зоне неустойчивого увлажнения является дождевание. В дождевальных устройствах искусственный дождь получается за счет искусственного или принудительного разбрызгивания струи воды, вытекающей из сопел или насадок под достаточно большим напором [3, 4, 5].

В типичном мелкодисперсном дождевателе-опрыскивателе поливные устройства содержат разъемные патрубки, соединенные между собой винтовыми муфтами, верхний конец корпуса патрубка

соединен с трубопроводом, а нижний патрубок соединен с горизонтальной трубкой. Дождеватель-опрыскиватель содержит корпус в виде диффузора, разделенный на два выходных вертикальных канала, основание его имеет уступ, снабженный вертикальными пластинами с возможностью вращения, а верхний конец пластины контактирует с клиновидным делителем потока. Клиновидный делитель потока жестко закреплен в верхней средней части полости диффузора соосно отверстию сопла корпуса. Корпус последнего выполнен заодно целое с цилиндрическим корпусом сопла. Данная конструкция дождевателя за последние годы оставалась неизменной. Современные методы проектирования и моделирования водного потока позволяют разработать более совершенные конструкции дождевателя [6].

Цель изобретения – создание мелкодисперсного дождевателя-опрыскивателя, обеспечивающего мелкодисперсное распыление оросительной воды и предотвращающего разрушение структуры почвы, исключение влияния перепадов давления в трубопроводе дождевальной машины на работу дождевальной насадки.

Основная часть

Основным рабочим органом, преобразующим водяной поток в дождевые капли, являются различного типа дождевальные насадки и аппараты.

Нами предложена новая конструкция дождевателя-опрыскивателя, которая позволяет выполнять орошение дождеванием и способствует повышению урожайности при выращивании растений в процессе полива, повышения эксплуатационной надежности работы мелкодисперсного дождевателя-опрыскивателя при заборе воды из открытых каналов с наносами и высоким содержанием минеральных примесей и улучшение условий эксплуатаций.

Указанный технический результат достигается тем, что мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель, включающий монтируемый на водопроводящем трубопроводе корпус, закрепленный на стойке дефлектор и сопло с центральным отверстием, согласно изобретению, связан по высоте со струйными выпускными каналами. Данный корпус имеет продолжение по высоте и выполнен в виде диффузора, выходное отверстие которого имеет клиновидный делитель потока в центре установленного соосно отверстию сопла корпуса и образует два выходных канала, а основание его с уступом снабжено струйным усилителем потока в виде двух вертикальных пластин. Пластины выполнены по форме профиля внутренней поверхности корпуса диффузора, сохраняя при этом их вертикальное положение, закрепленных нижней частью к оси вращения к основанию выступа диффузора и ограниченного угла наклона в контакте к вершине конусного делителя с обеих его сторон. Выходные каналы в нижней своей части связаны пневматически входными каналами в боковых стенках с отверстиями диффузора с помощью линий связи последовательного соединения с пневматическим струйным генератором и с источником давления воздуха. Насадки, служащие для формирования струй потока на выходе из двух выходных каналов диффузора, закреплены съемно-сферической формой к корпусу боковых стенок и сверху к основанию клиновидного делителя потока с помощью болтового соединения. Выход насадок снабжен конусным дефлектором, расположенным против дополнительного сопла, при этом угол факела раскрытия конусного дефлектора выполнен на 120° в направлении вертикальной оси водовыпускного отверстия съемного сферического насадка.

Корпус сопла с центральным отверстием составляет одно целое с корпусом формы диффузора. Корпус диффузора ассиметрично расположен к съемной сферической насадке с дополнительным соплом и имеет на наружной поверхности боковой стенки диффузора винтовой паз, в который ставится палец с возможностью фиксации таким образом, что можно осуществлять допустимое значение изменения высоты регулирования корпуса дефлектора.

Сменные сферические насадки выполнены с диаметром выходного отверстия от 3 до 14 мм, но не более чем 0,7 диаметра основания дефлектора. Насадки имеют дополнительное сопло в виде выходных отверстий, которые выполнены из пластика или из полиэтилена высокой прочности.

Кроме того, конусный диффузор и его держатель в виде стойки (ножки) с утолщением нижнего конца выполнены из алюминия и его сплавов. Корпус сопла с центральным отверстием заодно с диффузором выполнены из оцинкованной стали. Поливные устройства, которые состоят из вертикальных патрубков, соединены между собой винтовыми муфтами.

Отличие предлагаемого мелкодисперсного дождевателя-опрыскивателя в том, что имеющийся корпус сопла с центральным отверстием, заодно связан с корпусом диффузора с двумя выходными каналами. Выходные отверстия каждого канала сверху оснащены жестким клиновидным делителем потока. Основание уступа диффузора имеет струйный усилитель потока в виде вертикальных пла-

стин по форме внутренней поверхности боковых стенок диффузора с закрепленным нижним концом к горизонтальной оси вращения, верхний часть контактирует с плоскостью острого конца конусного делителя потока с обеих его сторон. При этом в боковых стенках диффузора выполнены входные каналы (отверстия), связанные с пневматическим струйным генератором, который в свою очередь связан с источником давления воздуха.

Насадки формы сферы с дополнительными соплами расположены в обоих каналах диффузора и закреплены посредством болтового соединения. Каждая насадка сверху снабжена конусным дефлектором, острием вниз. Конусный дефлектор верхним основанием жестко связан со стойкой (ножкой) крепления с утолщением нижнего конца для крепления в винтовой паз, что будет соответствовать для изменения высоты регулирования корпуса дефлектора над дополнительным соплом насадка. Следовательно, появляется возможность менять высотное положение, соответственно и размер капель мелкодисперсного опрыскивателя.

Полив можно проводить малыми нормами и небольшой интенсивностью с минимальной глубиной промачивания, чтобы избежать вымывания питательных элементов и потерь гумуса, так как это приводит к снижению плодородия почв. Кроме того, имеется возможность располагать дождеватель на штанге по высоте над растениями в зависимости от фазы развития за счет имеющихся вертикальных патрубков, соединенных между собой винтовыми муфтами.

Корпус штанг крепится к нижней части водоподающего трубопровода дождевальной машины и обеспечивает поверхностный полив по мере роста сельскохозяйственных культур. Это позволяет расширить зону распыления за счет конструкции корпуса диффузора с двумя вертикальными продольными каналами и с дефлектором сверху над ними, а значит, получать хорошее качество дождя и начинать полив с небольшого давления равного 0,05 МПа. На рис. 1 представлена общая конструкция дождевателя.

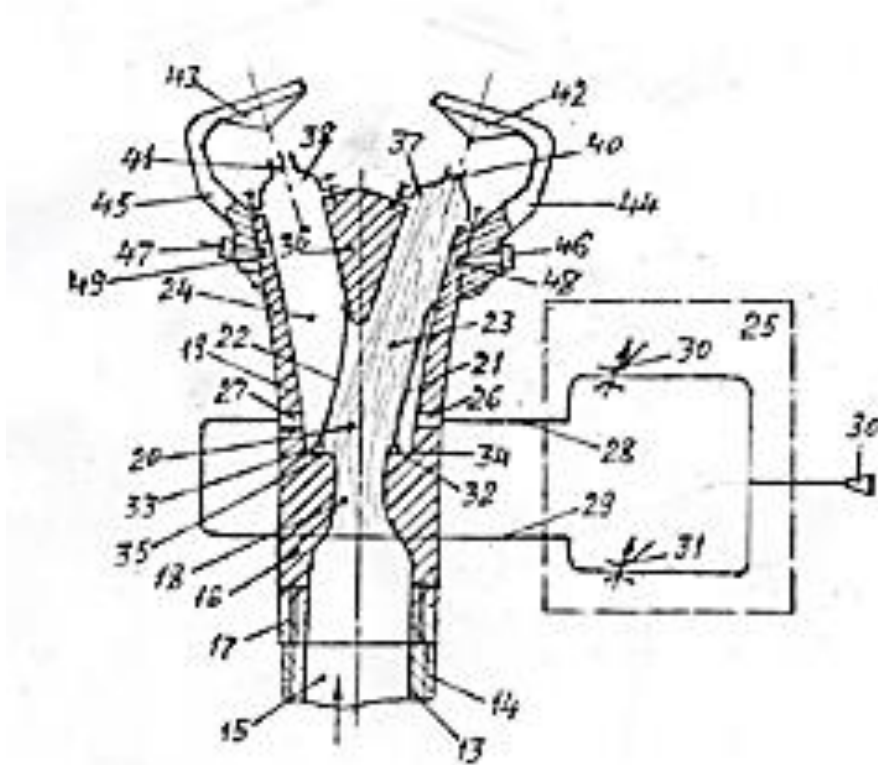


Рис. 1. Мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель, общий вид

Мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель (рис. 2) содержит монтируемый посредством корпуса короткого патрубка 1 с резьбой 2 водопроводящего трубопровода 3, в нижней части которого устанавливают поливные устройства 4 в виде штанги, которые состоят из вертикальных патрубков 5, 6, 7 соединенных между собой винтовыми муфтами 8. На конце нижнего патрубка 7 (может быть патрубок 6 или 5, в зависимости от роста растений) установлен с двумя горизонтальными трубками 9 с регулируемым шаровым краном 10. На трубках поливного устройства 4 установлены основной 11 и дополнительный 12 дождеватели-опрыскиватели.

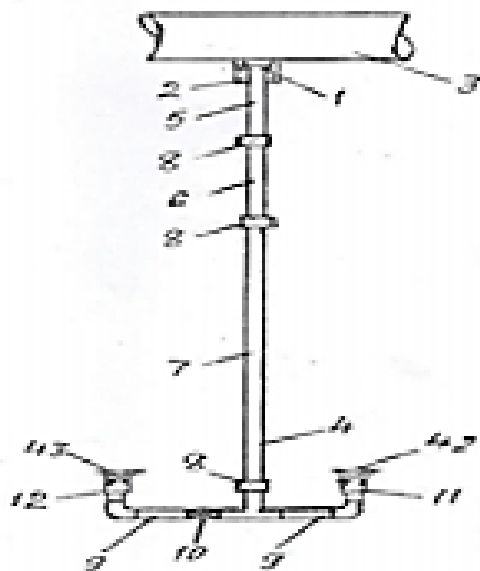


Рис. 2. Фрагмент напорного трубопровода дождевальной машины (вид сбоку) и возможное положение горизонтальной трубки с диффузором с дождевателями-опрыскивателями

Основные дождеватели кругового полива предназначены для постоянного полива с заданным расходом воды, которые монтируются на водопроводящих трубках 9 вертикального цилиндрического корпуса 13 с помощью резьбового соединения 14 в нижней своей части с полостью 15 корпуса 13 и имеющего также корпус 16 с резьбовым соединением 17 в нижней своей части с полостью 18. Корпус 16 выполнен как одно целое с корпусом 19 в форме диффузора с полостью 20 (рис. 3).

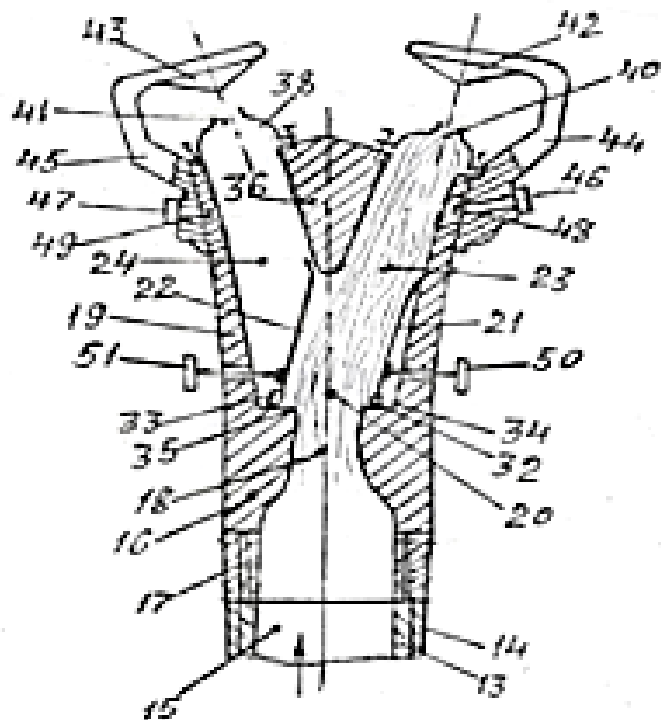


Рис. 3. Вариант выполнения струйного усилителя потока в виде вертикальной пластины, связанной стержнем резьбового соединения, ввернутых в резьбу боковой стенки диффузора в упор боковой поверхности стенки вертикальной пластины

При этом в боковых стенках диффузора 19 для отклонения (наклона) струйного усилителя в виде вертикальных пластин 21 и 22 для возможного перетекания воды из одного вертикального выходного канала 23 в другой вертикальный выходной канал 24, или наоборот.

С помощью пневматического усилителя генератора 25 через воздушные каналы 26 и 27 (отверстия) в боковых стенках диффузора 19 управления пневматического генератора 25 соединены с выходными линиями 28 и 29 (трубками) пневматического струйного генератора 25 (рис. 1). Состояние пневматического усилителя в такой схеме варианта обеспечивает в линиях с помощью дросселей 30 и 31 воздухом от источника давления 30 попеременно в выходные линии 28 и 29 с помощью настройки в автоматическом режиме пневматического генератора 25 (блок-схема управления не входит раскрытия для упрощения схемы автоматики, а также в описание ее рассмотрения на изобретение). При появлении давления воздуха, например, в линии 28 воздух поступает в воздушный канал 26 в боковые стенки диффузора 19.

Описываемый мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель с корпусом диффузора 19 содержит также сверху над выходными каналами 23 и 24 две съемные насадки 37 и 38 сферической формы. При этом нижняя часть насадок 37 и 38 закреплена болтовыми соединениями 39 к боковой стенке корпуса диффузора 19, а также к верхнему основанию клиновидного делителя потока 36.

Над насадками 37 и 38, имеющими дополнительное сопло с водовыпускным отверстием 40 и 41, установлен дефлектор 42 и 43 в виде вертикального кругового конуса с вершиной 44 и 45, которая направлена вниз соосно водовыпускному отверстию 40 и 41 съемного насадка 37 и 38.

При этом дефлекторы 42 и 43 посредством, по крайней мере, с одной жесткой вертикальной стойки (ножки), связаны с основанием сверху дефлектора 42 и 43, а с другой стороны, ножка 44 и 45 своим утолщением в нижней части концом связана пальцем 46 и 47 фиксатором в винтовой паз 48 и 49 с наружной стороны в боковой стенке диффузора 19 каналов 23 и 24, что будет соответствовать для изменения высоты регулирования корпуса дефлектора 42 и 43 над соплом насадка 37 и 38 с помощью отверстий сбоку на утолщенной плоскости ножки 44 и 45 (не показано), а значит, можно менять размер мелкодисперсного опрыскивания растений. Кроме того, ножка (стойка) 44 и 45 и дефлектор 42 и 43 сконструированы единой деталью, и выполнены из алюминия и его сплавов.

Жесткий каркас ножки 44 и 45 с дефлектором 42 и 43 защищает съемную насадку 37 и 38 от внешних воздействий и механических повреждений, а также обеспечивает удобную установку и замену таких ее частей как дополнительное сопло с водовыпускными отверстиями 40 и 41, а также установку дефлектора 42 и 43. С целью антикоррозионной защиты стальной корпус 16 сопла с центральным отверстием 18 и диффузор 19 с полостью 20 оцинкован методом горячего цинкования, что придает им долговечность и высокую надежность.

Насадки монтируют с помощью болтового крепления (возможен вариант с помощью резьбового соединения) сверху к боковой стенке диффузора 19 и к основанию конусного делителя потока 36. Выполнение корпуса диффузора 19 из двух вертикальных выходных каналов 23 и 24 с двумя сверху сферической формы насадками 37 и 38, позволяет обеспечить плотность распыла струй при их регулировании, а также позволяет использовать частоту настройки переброски струй в один из выходных каналов диффузора 19 за счет настройки управления пневматического генератора 25, обеспечивая затем равномерное увлажнение почвы для сельскохозяйственных культур.

При этом изготовление сменных насадок 37 и 38 с соплами с диаметром отверстия от 3 до 14 мм позволяет дифференцировать дождевательные насадки по расходу воды. Для повышения равномерности полива по площади захвата, угол факела раскрытия 120° или угол наклона стенки дефлектора 30° к горизонту.

По варианту выполнения (рис. 4) монтаж крепления устройств дождевателя-опрыскивателя может также осуществляется с помощью устройства в виде небольшой кольцевой замкнутой трубчатой панели 52 по кругу, соединенной на конце любого из патрубков 5, 6, 7 взамен установки горизонтальных трубок 9 с регулируемым шаровым краном 10, на трубках, которых поливного устройства устанавливаются дождеватели-опрыскиватели.

Сущность данного варианта (рис. 4) выполнения заключается в том, что количество их по кругу трубчатой панели 52 несколько больше за счет кольца по длине жесткой трубки. Корпус диффузора с насадками и с дефлектором крепится своей центральной частью трубчатой панели 52, например, к концу патрубка 7, в который поступает под напором вода. При этом патрубок в свою очередь связан с патрубком, имеющим радиальные патрубки 53 (лучами), которые прикреплены к боковым отверстиям, радиальные патрубки 53, которые связаны с кольцевой замкнутой трубки панели 52. Сама кольцевая трубчатая панель в диаметре устанавливается гидравлическим расчетом, и располагается в плане и относительно штанги на высоте от 1,0 до 1,5 м от поверхности почвы с растениями [1].

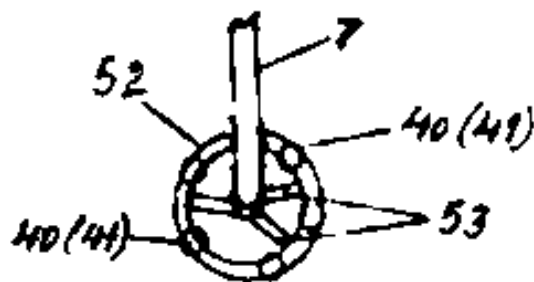


Рис. 4. Фрагмент варианта выполнения соединения патрубка штанги с кольцевым замкнутым трубопроводом с фиксацией дождевателей-опрыскивателей по кругу, вид сверху

В кольцевой трубчатой панели 52 сверлят отверстия сверху и закрепляют в них вертикальные цилиндрические корпуса 13 связанные с корпусом 16, выполненным заодно с корпусом диффузора 19.

После окончания вегетационного полива с прекращением подачи воды отсоединяют от патрубка кольцевую трубчатую панель 52, т.е. производят консервацию, а все съемные устройства хранят в закрытом помещении на данном объекте.

Заключение

Таким образом, в целом, использования, вышеописанной конструктивной особенности комплекта элементов обеспечивает существенное преимущество по сравнению с аналогами (прототипом), простую конструкцию, универсальность системы, и расширяет функциональные возможности, заключающиеся в возможности применения изобретения для орошения мелкодисперсным дождевателем-опрыскивателем, обеспечивает высокое качество полива и предотвращает разрушение структуры почвы. Равномерное увлажнение почвы повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Использование предлагаемых технических решений находится на стадии разработки опытных образцов; позволит также упростить модульную конструкцию дождевателя-опрыскивателя, а также повысить ее надежность и долговечность, обеспечив при этом эффективное орошение сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка на патент № 2024101026 РФ. Мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель / М. И. Голубенко, Ю. Н. Дуброва, А. Л. Мазаева. заявл. 15.01.2024.
2. Лихацевич А. П., Голченко М. Г. Орошаемое плодовоовощеводство: учеб. пособие; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 287 с.
3. Эколого-экономическая оптимизация режима орошения сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, С. В. Набздорев и др. // Мелиорация. – 2023. – № 2(104). – С. 5–11.
4. Управление орошением сельскохозяйственных культур на основе расчета динамики почвенных влагозапасов / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. А. Романов и др. // Эффективное использование мелиорированных земель: проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь, 28 сентября 2018 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2018. – С. 270–275.
5. Дуброва Ю. Н., Лейко Д. М., Боровиков А. А. Использование природных ландшафтов в сельскохозяйственном производстве в условиях изменения климата // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2020. – № 2(78). – С. 112–117.
6. Патент № 2793352 С1 Российская Федерация, МПК В05В 1/34. Дождеобразующее устройство дождевальной машины: № 2022127061: заявл. 17.10.2022; опубл. 31.03.2023 / Ю. Н. Дуброва, Е. А. Вчерашний, Ю. А. Мажайский [и др.].