

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 039747

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.05

(51) Int. Cl. A01G 25/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201891078

(22) Дата подачи заявки
2017.05.04

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ

(31) 62/332,017

(56) US-B1-6953156

(32) 2016.05.05

US-A-6036104

(33) US

US-B2-7048010

(43) 2018.11.30

US-B2-7941971

(86) PCT/IL2017/050494

US-B2-8348182

(87) WO 2017/191640 2017.11.09

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
Н-ДРИП ЛТД. (IL)

(72) Изобретатель:
Шани Ури, Ся Сяохун, Витнер Ашер,
Розенгартен Боаз, Дабах Шарон,
Миллер Зви (IL)

(74) Представитель:
Угрюмов В.М., Лыу Т.Н., Гизатуллина
Е.М., Глухарёва А.О., Карпенко О.Ю.,
Строкова О.В., Христофоров А.А.
(RU)

(57) В настоящем изобретении раскрыт способ орошения. Этот способ включает в себя подачу воды в наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц. Вода подается таким образом, что ее давление в самой верхней точке наклонной оросительной трубки составляет максимум 90 см H₂O.

039747 B1

039747 B1

039747

B1

Родственная заявка

По настоящей заявке испрашивается приоритет в соответствии с предварительной заявкой на выдачу патента США № 62/332,017, поданной 05 мая октября 2016 года, содержание которой полностью включено в настоящую заявку посредством ссылки.

Область техники

В некоторых вариантах своего осуществления настоящее изобретение относится к орошению, в частности, но не исключительно, к способу и системе орошения при низком давлении воды.

Уровень техники

Капельное орошение представляет собой способ полива, в котором используются источники подачи воды под давлением, и где вода просачивается наружу вдоль распределительного трубопровода регулируемым образом.

Системы капельного орошения считаются более эффективными в сравнении с системами поверхностного полива, которые доставляют воду на поля по открытым каналам или трубопроводам низкого давления. Системы поверхностного полива требуют меньше капиталовложений и меньше затрат на энергоресурсы, и обычно они характеризуются большим расходом на входе для обеспечения высокой эффективности орошения и равномерности полива всего поля таким образом, чтобы вода достигала его самого дальнего конца.

В патенте США № 7048010 раскрыт распределительный трубопровод, выполненный в виде тонкостенного шланга, который можно свернуть в пустом состоянии, и в стенках которого выполнены отверстия. С помощью коннекторов к отверстиям распределительного трубопровода подсоединены отводные трубки, снабженные эмиттерами низкого давления. Для изготовления шланга используется непрозрачный материал, отражающий солнечное излучение для подавления роста микроорганизмов и водорослей, причем этот шланг не нагревается свыше 35°C температуры окружающего воздуха.

Сущность изобретения

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения предложен способ орошения. Этот способ предусматривает подачу воды в наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц, причем подача воды осуществляется таким образом, что давление в самой верхней точке наклонной оросительной трубки составляет максимум 90 см H₂O.

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложен способ орошения. Этот способ предусматривает подачу воды в наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц, причем оросительная трубка характеризуется меняющейся крутизной наклона, а подача выбирается таким образом, чтобы в самой верхней точке наклонной оросительной трубки было обеспечено заданное давление; при этом заданное давление и крутизна выбираются так, чтобы расход воды по длине наклонной оросительной трубки не изменялся более чем на 20%. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения подача осуществляется таким образом, что давление в самой верхней точке наклонной оросительной трубки составляет максимум 90 см H₂O.

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложен способ монтажа оросительной трубки. Этот способ включает в себя следующие стадии: применение землеройных устройств для формирования в грунте наклонной поверхности с меняющейся крутизной наклона; и прокладку, в общем, вдоль наклонной поверхности с меняющейся крутизной наклона наклонной оросительной трубки, снабженной множеством капельниц, причем изменение крутизны наклона выбирается таким образом, чтобы при подаче воды в оросительную трубку с заданным давлением расход воды по длине наклонной оросительной трубки не изменялся более чем на 20%.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения давление воды составляет от около 5 см H₂O до около 90 см H₂O в самой верхней точке наклонной оросительной трубки.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения вода подается через распределительный водовод.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения по меньшей мере одна из капельниц характеризуется зависимостью давления от расхода, которая представляет собой линейное соотношение между расходом воды на выходе капельницы и давлением впуска на входе в капельницу.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения линейное соотношение характеризуется коэффициентом давления на входе, который составляет от около 7 см³/ч на см H₂O до около 40 см³/ч на см H₂O. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения этот коэффициент составляет от около 7 см³/ч на см H₂O до около 20 см³/ч на см H₂O. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения этот коэффициент составляет от около 9 см³/ч на см H₂O до около 12 см³/ч на см H₂O.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения линейное соотношение характеризуется определенным параметром отклонения, который составляет от около 0 до около 50 см³/ч. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения первый коэффициент параметра отклонения составляет от около 10 до около 40 см³/ч. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения параметр отклонения составляет от около 20 до около 30 см³/ч.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения число капельниц в расчете

на метр длины наклонной оросительной трубки составляет от около 1 до около 5 штук.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения по меньшей мере для одной пары капельниц в трубке соотношение между величиной наклона в месте расположения первой капельницы пары и величиной наклона в месте расположения второй капельницы пары равно или почти равно n -й степени соотношения между расстояниями до самой нижней точки трубки от первой и второй капельниц пары, причем величина n составляет от около 1,5 до около 4,5.

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система орошения. Система орошения содержит наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц, выполненных с возможностью выпуска воды; и систему подачи воды, выполненную с возможностью доставки воды в наклонную оросительную трубку в самой верхней точке наклонной оросительной трубки под давлением максимум около 90 см H_2O .

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система орошения. Система орошения содержит наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц, выполненных с возможностью выпуска воды; и систему подачи воды, выполненную с возможностью доставки воды в наклонную оросительную трубку в самой верхней точке наклонной оросительной трубки; при этом оросительная трубка характеризуется меняющейся крутизной наклона, которая выбирается таким образом, чтобы давление воды по длине наклонной оросительной трубки не изменялось более чем на около 20%.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения система орошения содержит распределительный водовод.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения система подачи воды содержит по меньшей мере один из следующих элементов: резервуар для воды, бак для воды и насос.

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложена оросительная капельница. Оросительная капельница содержит: внешний полый элемент, снабженный по меньшей мере одним водовпускным отверстием, выполненным с возможностью забора воды, и по меньшей мере одним водовыпускным отверстием, выполненным с возможностью отвода воды из капельницы; и внутренний элемент, помещаемый внутрь внешнего полого элемента для формирования канала прохождения воды в пространстве между ними.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения длина канала прохождения воды составляет от около 0,5 до около 10 см. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения длина канала прохождения воды составляет от около 2 до около 5 см.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения диаметр внутреннего элемента составляет от около 0,25 до около 5 мм. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения диаметр внутреннего элемента составляет от около 0,75 до около 2,5 мм.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения гидравлический диаметр канала прохождения воды составляет от около 0,01 до около 5 мм. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения гидравлический диаметр канала прохождения воды составляет от около 0,01 до около 1 мм.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения предусмотрено множество водовпускных отверстий, плотность размещения которых составляет от около 1 водовпускного отверстия до около 10 водовпускных отверстий на 1 $см^2$.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения канал прохождения воды охватывает, по меньшей мере частично, внутренний элемент.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения водовпускное отверстие имеет, в общем, эллиптическую форму.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения стенки водовпускного отверстия проходят, в общем, перпендикулярно наружной поверхности внешнего полого элемента.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения оросительная капельница содержит водяной фильтр, расположенный в одном или более водовпускном отверстии.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения оросительная капельница содержит по меньшей мере одно дополнительное водовпускное отверстие, ориентированное по диагонали относительно нормали к наружной поверхности внешнего полого элемента.

Согласно одному из аспектов некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения предложена система орошения. Система орошения содержит источник подачи воды и оросительную трубку, которая снабжена множеством капельниц, выполненных с возможностью выпуска воды, и которая подключается к источнику подачи воды. При этом по меньшей мере одна из капельниц представляет собой капельницу согласно определению, приведенному выше, а в необязательном и предпочтительном варианте - капельницу, пример осуществления которой дополнительно приведен ниже.

Если не указано иное, то все технические и/или научные термины, используемые в контексте настоящего документа, имеют значение, общепринятое среди специалистов в области техники, к которой относится заявленное изобретение. Ниже приведены примеры осуществления способов и/или материалов, хотя на практике или при испытании вариантов осуществления настоящего изобретения могут быть

использованы способы и материалы, аналогичные или эквивалентные тем, которые описаны в настоящем документе. В случае противоречий приоритет имеет описание изобретения к патенту, включая определения. Кроме того, материалы, способы и примеры осуществления носят исключительно иллюстративный характер и не должны рассматриваться как обязательно ограничивающие объем заявленного изобретения.

Реализация способа и/или системы согласно вариантам осуществления настоящего изобретения может включать в себя выполнение или решение выборочных задач в ручном, автоматическом или комбинированном режиме. Более того, в зависимости от фактически имеющихся контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, предусмотренных для вариантов осуществления способа и/или системы согласно настоящему изобретению, некоторые выборочные задачи могут быть реализованы аппаратными средствами, программными средствами, программно-аппаратными средствами или с помощью сочетания перечисленных средств с использованием операционной системы.

Например, аппаратные средства для выполнения выборочных задач согласно вариантам осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы в виде микросхемы или цепи. Если говорить о программных средствах, то выборочные задачи согласно вариантам осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы в виде множества программных команд, исполняемых компьютером с использованием любой пригодной для этого операционной системы. В одном из примеров осуществления заявленного изобретения одна или более задач согласно примерам осуществления способа и/или системы, описанной в настоящем документе, решается устройством обработки данных, таким как вычислительная платформа для исполнения множества команд. В необязательном варианте устройство обработки данных включает в себя энергозависимое запоминающее устройство для хранения команд и/или данных и/или энергонезависимое запоминающее устройство для хранения команд и/или данных, например магнитный жесткий диск и/или съемный носитель. В необязательном варианте предусмотрено также сетевое подключение. Кроме того, в необязательном варианте предусмотрен дисплей и/или пользовательское устройство ввода, такое как клавиатура или мышь.

Краткое описание чертежей

Некоторые варианты осуществления заявленного изобретения описаны в настоящем документе в привязке к прилагаемым чертежам и приведены исключительно в качестве примера. При этом следует подчеркнуть, что при детальном рассмотрении конкретных чертежей представленные подробности также приведены лишь для примера и в целях иллюстративного описания вариантов осуществления настоящего изобретения. В этом смысле описание, представленное в привязке к чертежам, дает специалистам в данной области техники ясное представление о том, как варианты осуществления заявленного изобретения могут быть реализованы на практике.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение системы орошения.

На фиг. 2 представлено схематическое изображение капельницы.

На фиг. 3А и В представлены схематические изображения системы орошения согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 4 представлено схематическое изображение системы орошения с меняющейся крутизной наклона согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 5А показано поперечное сечение капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница снабжена множеством отверстий.

На фиг. 5В представлено схематическое изображение, иллюстрирующее перспективный вид собранной капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница снабжена множеством отверстий.

На фиг. 5С представлено схематическое изображение с пространственным разделением деталей, иллюстрирующее внешний полый элемент (справа) и внутренний элемент (слева), которые при соединении образуют капельницу согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее перспективный вид капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница характеризуется наличием препятствия в канале прохождения воды.

На фиг. 7А и В представлены схематические изображения горизонтальной (фиг. 7А) и вертикальной (фиг. 7В) ориентации капельницы в подающем водоводе согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 8А и В представлены изображения в поперечном разрезе части канала прохождения воды в капельнице согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 9А-Л представлены схематические изображения, иллюстрирующие поперечные сечения нескольких собранных капельниц согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 10А представлено схематическое изображение, иллюстрирующее перспективный вид собранной капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница снабжена водовпускным отверстием эллиптической формы, в котором установлен фильтр.

На фиг. 10В представлено схематическое изображение, иллюстрирующее перспективный вид собранной капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница снабжена водовпускным отверстием эллиптической формы.

На фиг. 10C и D представлены схематические изображения, иллюстрирующие вид в поперечном разрезе (фиг. 10C) и перспективный вид сбоку (фиг. 10D) собранной капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых собранная капельница снабжена водовпускным отверстием эллиптической формы и дополнительным водовпускным отверстием, ориентированным по диагонали относительно нормали к наружной поверхности внешнего полого элемента.

На фиг. 10E и F представлены схематические изображения, иллюстрирующие перспективный вид (фиг. 10E) и вид в поперечном разрезе (фиг. 10F) собранной капельницы в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых капельница включает в себя внутренний элемент, удерживаемый с одной стороны капельницы.

На фиг. 11 показан график, на котором отложена процентная разница между капельницей с большим расходом воды на выходе и капельницей с низким расходом воды на выходе в зависимости от уклона поля для значений напора на входе около 20, 30, 50, 100 и 150 см и трубки длиной около 150 м и диаметром около 25 мм, полученная в результате экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 12A показан график, иллюстрирующий относительный расход на выходе четырех разных капельниц до и после промывки, полученный по результатам экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 12B показан график, иллюстрирующий расход воды в водоводе во время промывки в зависимости от крутизны наклона и давления на входе для водовода длиной около 150 м и диаметром около 25 мм, полученный в результате экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 13A-C показаны графики, иллюстрирующие зависимость давления на входе от длины водовода с наклоном 0° (фиг. 13A), с меняющейся крутизной наклона (фиг. 13B) и с наклоном, обеспечивающим равномерный расход (фиг. 13C), полученную в результате экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 14 показана капельница одного из типов, которая может быть использована согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 15A и B показана капельница еще одного типа, которая может быть использована согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 16A и B показана капельница дополнительного типа, которая может быть использована согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 17A-F представлены схематические изображения с перспективными видами нескольких капельниц, показанных на фиг. 9A-L, согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Следует принимать во внимание, что в целях упрощения и наглядности элементы, показанные на фигурах, не обязательно приведены к масштабу. Например, для наглядности размеры некоторых элементов могут быть увеличены относительно размеров других элементов. Кроме того, в тех случаях, когда это считается целесообразным, номера позиций могут повторяться на различных фигурах, указывая на соответствующие или аналогичные элементы.

Подробное описание изобретения

В некоторых вариантах своего осуществления настоящее изобретение относится к орошению, в частности, но не исключительно, к способу и системе орошения при низком давлении воды.

Для лучшего понимания некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения, представленных на фиг. 3-17F чертежей, сначала обратимся к конструкции и принципам работы системы орошения и капельницы, показанных на фиг. 1 и 2.

На фиг. 1 проиллюстрирована система 10 орошения, которая включает в себя источник 11 подачи воды и насос 12 для перекачки воды из источника 11 подачи воды во множество водоводов 13, вследствие чего поток воды проходит через множество водоводов 13 под высоким давлением. К множеству водоводов 13 подсоединено множество капельниц 20, снижающих скорость прохождения воды через водоводы 13 и отводящих воду на грунт с регулируемой скоростью.

На фиг. 2 показана капельница 20 с каналом 22 прохождения воды, имеющим, в общем, зигзагообразную форму, который характеризуется наличием чередующихся выступов, уменьшающих скорость движения проходящей через него воды. Капельница 20 также содержит водовпускное отверстие 21, через которое вода поступает в капельницу, и водовыпускное отверстие 23, через которое вода отводится из канала на грунт. Капельница 20 также содержит фильтр (не показан), предотвращающий попадание твердых частиц в капельницу 20 и ее засорение. Канал 22 зигзагообразной формы создает турбулентность, что, в свою очередь, приводит к потерям энергии. Энергопотери определяются конструкцией и размерами канала 22 прохождения воды.

Авторы изобретения установили, что стандартные капельницы могут забиваться при скоплении в них твердых частиц, вследствие чего необходим постоянный мониторинг и осмотр орошаемого поля, а это может привести к увеличению эксплуатационных расходов.

Авторы изобретения также установили, что уменьшение рабочего давления может уменьшить или устранить необходимость в насосе, что, в свою очередь, может снизить затраты на энергоресурсы.

На фиг. 3А и В представлены схематические изображения системы 300 орошения согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. В различных примерах осуществления заявленного изобретения система 300 орошения функционирует при низком давлении воды, которое составляет, например, менее 0,1 бар; в более предпочтительном варианте - от около 5 до около 90 мбар; в еще более предпочтительном варианте от около 5 до около 80 мбар; в еще более предпочтительном варианте от около 5 до около 70 мбар; в еще более предпочтительном варианте от около 5 до около 60 мбар; в еще более предпочтительном варианте от около 5 до около 50 мбар; а в еще более предпочтительном варианте от около 5 до около 40 мбар, например 30 мбар. В необязательном и предпочтительном варианте система 300 орошения включает в себя систему 302 подачи воды, которая предпочтительно подает воду под низким давлением. Система 300 орошения может также содержать оросительную трубку 304 с одной или более капельницей 306. Хотя показанная на фиг. 3А и В оросительная трубка 304 имеет, в общем, горизонтальную ориентацию, это условие не является обязательным, поскольку в некоторых предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения оросительная трубка 304 идет под наклоном. В необязательном и предпочтительном варианте система 302 может быть соединена через коннектор и/или клапан 360 необязательно и предпочтительно с одним или более распределительным водоводом 305. В альтернативном варианте или дополнительно система 302 может быть соединена с одним или более резервуаром для воды, баком для воды или колодцем.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения система 300 содержит водяной насос 362, который доставляет воду в систему 302 или, по желанию, в распределительные водоводы 305 или оросительную трубку 304. Система 300 необязательно и предпочтительно содержит один или более датчик 364 давления, который замеряет давление воды в оросительной трубке 304. Система 300 может дополнительно содержать систему 366 управления, предназначенную для регулирования расхода воды, подаваемой в оросительную трубку 304. Система 366 управления может включать в себя цепь, выполненную с возможностью передачи управляющих сигналов на насос 362 или коннектор и/или клапан 360 для регулирования расхода в трубке 304. В необязательном и предпочтительном варианте система 366 управления принимает измерительные сигналы 364 с датчиков 364 и с учетом этих измерительных сигналов передает управляющие сигналы с тем, чтобы поддерживать указанное давление воды в оросительной трубке 304 на требуемом уровне.

Капельницы 306 могут быть прикреплены к оросительной трубке 304, выполнены с ней заодно или располагаться внутри этой трубки. Во время работы капельницы 306 отводят воду по меньшей мере через одно водовыпускное отверстие 314, обеспечивая приток воды, например, в грунт, на землю или в борозду. В необязательном и предпочтительном варианте водовыпускное отверстие 314 капельницы 306 может примыкать к отверстию 336 в трубке 304.

Оросительная трубка 304 может быть выполнена из любого подходящего материала, известного в этой области техники, обеспечивающего нормальное функционирование под давлением по меньшей мере 1 бар и выдерживающего давление в результате случайно возникающих нагрузок, например при передавливании трубок колесами транспортного средства, и/или выдерживающего погодные условия, такие как дождь или высокие температуры, обычно обусловленные солнечным теплом. К таким подходящим материалам относится, например, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид или иной термопластичный материал. Как правило, диаметр оросительной трубки 304 составляет от около 20 до около 40 мм, а длина - от около 5 до около 300 м.

Капельницы 306 располагаются по длине оросительной трубки 304. Расстояние между двумя соседними капельницами по длине трубки 304 составляет, например, но без ограничения, как правило, от около 20 до около 100 см.

Капельницы 306 могут быть реализованы более чем одним способом. В репрезентативном примере, приведенном на фиг. 3В, который не следует рассматривать как носящий ограничительный характер, одна или более, а предпочтительно каждая капельница 306 может быть закреплена на внутренней стенке оросительной трубки 304; причем она может содержать одно или более водовпускное отверстие 312, через которое вода поступает в капельницу 306; одно водовыпускное отверстие 314, через которое вода выходит из капельницы 306; и канал 310 прохождения воды, по которому вода проходит от водовпускного отверстия 312 до водовыпускного отверстия 314. Например, стандартная капельница 306 может содержать от около одного до около 100 водовпускных отверстий и одно водовыпускное отверстие.

На фиг. 14 проиллюстрирована капельница 306 согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте капельница 306 включает в себя компактный корпус 212, выполненный из жесткого и коррозионно-стойкого материала. Верхняя поверхность 214 капельницы 306 задает два множества водовыпускных отверстий, каждое из которых включает в себя одно или более отверстие, проходящее через верхнюю поверхность 214. Водовыпускные отверстия открыты воде для полива, проходящей через внутреннее пространство оросительной трубки.

Первый водовпуск 216 предпочтительно состоит из трех отверстий. Вода, поступающая в первый водовпуск 216, проходит через тело капельницы 306 до водовыпускного отверстия (не показано). По мере прохождения воды через капельницу 306 до водовыпускного отверстия ее давление уменьшается, а поток воды уменьшается до тонкой струйки или принимает форму капельного потока. Три отверстия

предпочтительно характеризуются достаточно малым диаметром для выполнения функции фильтрации воды, проходящей через первый водовпуск 216, например для отфильтровывания мусора или крошек, которые в противном случае могли бы забить внутреннюю часть капельницы 306. Отверстия, составляющие первый водовпуск 216, необязательно и предпочтительно располагаются по треугольной схеме на равном расстоянии друг от друга, обеспечивая равномерное воздействие воды на внутренние поверхности капельницы 306. Хотя в предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения показаны три равномерно распределенные отверстия, может быть использовано другое количество отверстий и другие схемы расположения отверстий, образующих первый водовпуск 216.

Второй водовпуск 218 предпочтительно состоит из двух отверстий, отстоящих друг от друга вдоль центральной оси, делящей пополам капельницу 306 в длину. Вода, поступающая во второй водовпуск 218, необязательно и предпочтительно не проходит через тело капельницы 306, а выполняет функцию компенсации давления. Вода, поступающая во второй водовпуск 218, накапливается в камере внутри капельницы 306, оказывая давление на камеру, по существу эквивалентное давлению в оросительной трубке. Поскольку вода, протекающая через второй водовпуск 218, не проходит через капельницу 306, нет необходимости в фильтрации поступающей воды в отверстиях второго водовпуска 218, и эти отверстия не обязательно должны быть маленького диаметра. Хотя в предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения предусмотрено два отверстия, как это показано на фиг. 14, может быть использовано другое количество отверстий и другие схемы расположения отверстий, образующих второй водовпуск 218.

На фиг. 15А и В показана капельница 306 согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте капельница 306 содержит компактный корпус, который может быть легко и экономично сформован из сборных компонентов, выполненных из литьевого пластика. Корпус содержит, в общем, чашеобразное основание, выполненное с возможностью соединения с насадкой 22 для образования по существу замкнутого внутреннего пространства корпуса. В общем, проточный канал 14 задается профилем 26 канала в основании 20 во взаимодействии с упругим и гибким эластомерным клапанным элементом 28. Вода подается в проточный канал 14 через водовпускное отверстие 30, образованное насадкой 22, и отводится из проточного канала через водовыпускное отверстие 16, сформованное в основании 20. Геометрические параметры профиля 26 канала взаимодействуют с клапанным элементом 28, задавая трехмерный проточный канал 14 с улучшенным перепадом давления между водовпускным отверстием 30 и водовыпускным отверстием 16.

Основание 20 корпуса представляет собой открытую сверху конструкцию, в общем, чашеобразной формы, включающую в себя круглую нижнюю часть или поверхность 32, соединенную по окружности с цилиндрической наружной стенкой 34, отходящей вертикально вверх. Профиль 26 канала сформирован на нижней поверхности 32 с образованием, в общем, круговой конфигурации вокруг водовыпускного отверстия 16, которая может предусматривать наличие короткого полого штуцера 36, выступающего вниз для соединения со сливным трубопроводом (не показан), если это необходимо, методом тугой посадки. На основании 20 также сформовано множество проставочных стоек 38, отходящих вверх от нижней поверхности 32 у ее окружности и заканчивающихся верхними концами, которые возвышаются над профилем 26 канала, но располагаются ниже верхнего края наружной стенки 32.

Клапанный элемент 28 представляет собой упругий диск, форма и размеры которого позволяют вставить его в основание 20 корпуса, причем наружный край клапанного элемента 28 впишется в пространство, заданное проставочными стойками 38. После этого насадка 22 корпуса соединяется с основанием 22 путем запрессовки дискообразной насадки в открытый конец основания таким образом, чтобы насадка 22 плотно прижалась к верхним концам проставочных стоек 38. Насадка 22 может быть прочно соединена с основанием 20 герметичным образом с использованием подходящего клеящего вещества, или ультразвуковой сваркой, или иным способом подобного рода. После соединения основания 20 корпуса с насадкой 22 образуется приемная камера 40 (фиг. 15А), в пределах которой удерживается клапанный элемент 28, по меньшей мере, за счет качения в положении, совмещенном с профилем 26 канала. В насадке 22 сформовано водовпускное отверстие 30, обычно сопряженное с входным штуцером 42, который может характеризоваться бородчатой конструкцией для насаживания на шланг 12 для подачи воды продавливанием.

Из проточного канала 14 вода поступает в расположенную по центру нагнетательную камеру с приподнятым кольцевым приливом 52, выступающим вверх от нижней поверхности 32 основания 20 корпуса для вхождения в зацепление с клапанным элементом 28. Прилив 52 снабжен выполненной в нем открытой сверху канавкой 54, регулирующей расход нагнетаемой воды, поступающей из выпускной камеры в водовыпускное отверстие 16.

На фиг. 16А и В показана капельница 306 согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. Капельница 306 может представлять собой тело из формованного пластика, которое может быть вставлено в тонкостенную капельную ленту 102 или водовод иного типа, такой как экструдированный шланг, причем капельницы 306 устанавливаются на равном расстоянии друг от друга во время или непосредственно после экструзии капельной ленты. Каждая капельница 306 может быть снабжена одним водовыпуском, который может располагаться в отверстии 104, вырезанном или предварительно

сформованном в стенке капельной ленты при ее изготовлении. Вода, находящаяся в тонкостенной капельной ленте 102, может поступать в капельницу 306, проходя через фильтр по периметру или окружности 106 капельницы. Поскольку фильтрующая поверхность располагается по периметру или окружности капельницы, капельница 306 может обеспечить фильтр большой площади в сравнении с размером или толщиной капельницы 306. Например, толщина капельницы 306 в одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения может составлять около 3,5 мм, а площадь фильтра - по меньшей мере около 12 мм².

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения отфильтрованная вода после этого проходит через лабиринт 108, где давление воды уменьшается. Например, давление воды может быть уменьшено с рабочего давления в капельной ленте (например, 12 фунтов/кв.дюйм) до существенно меньшего давления. Затем вода под пониженным давлением может пройти через водовыпускное отверстие 110 у первого или внешнего торца 111 капельницы, который приклеен к стенке капельной ленты или соединен с ней методом сварки.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения капельница 306 регулирует давление с использованием диафрагмы 112, расположенной на втором или внутреннем торце 114 или вблизи него. Давление воды в капельной ленте противодействует диафрагме, регулируя расход в капельнице по мере изменения давления воды в водоводе.

Капельница 306 может состоять из трех частей, включая два корпусных элемента 122 и 124 и упругую диафрагму 112. Первый или наружный торец 111 капельницы может характеризоваться наличием одной или более стенки или поверхности, приваренной, приклеенной или иным образом соединенной с внутренней стенкой капельной ленты. Капельница 306 может содержать второй или внутренний торец 114, который может выдаваться внутрь в сторону внутреннего пространства капельной ленты. Толщина капельницы 306 между первым или наружным торцом и вторым или внутренним торцом предпочтительно составляет менее чем около 5 мм, а в более предпочтительном варианте менее чем около 3,5 мм. Фильтрующая поверхность капельницы 306 полностью проходит по периметру или окружности 106 капельницы 306 между ее наружным торцом 111 и внутренним торцом 114.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения фильтрующая поверхность может быть выполнена в виде множества пазов 116, проходящих через боковые стороны капельницы 306, которые представляют собой фильтрующие впускные отверстия или проходы, через которые воды из капельной ленты поступает в капельницу 306. Каждый паз 116, выполненный в боковой стенке капельницы, может характеризоваться размерами, достаточно небольшими для того, чтобы препятствовать попаданию твердых частиц или мусора во внутреннее пространство капельницы 306 через эти пазы, обеспечивая при этом требуемый расход воды, поступающей из капельной линии внутрь капельницы 306.

Например, в одном из вариантов осуществления настоящего изобретения капельница 306 может иметь, в общем, дискообразную форму, а каждый паз 116 может проходить через цилиндрическую боковую стенку 106 капельницы в радиальном направлении от окружной или наружной поверхности до внутреннего пространства капельницы 306. Капельница 306 может быть снабжена 24 радиальными пазами, причем ширина каждого паза составляет менее чем около 0,5 мм, а в наиболее предпочтительном варианте менее чем около 0,3 мм. Радиальная толщина боковых стенок капельницы может лежать в пределах от около 0,5 до около 1,0 мм. Радиус капельницы может составлять от около 3,5 до около 6,5 мм, а наружная окружность капельницы может лежать в диапазоне от около 10 до около 30 мм.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения второй или внутренний торец 114 капельницы 306 может быть снабжен отверстием 118. Диафрагма 112 может представлять собой эластичную камеру, расположенную между корпусными элементами 122 и 124, причем с одной стороны эта диафрагма подвергается прямому воздействию давления воды в капельной ленте или ином водоводе, в котором смонтирована капельница 306. Например, диафрагма может характеризоваться толщиной от около 0,5 до около 0,75 мм и поверхностью, достаточно большой, чтобы покрывать как регулирующую давление камеру 144, так и лабиринт 108, сформованный во втором корпусном элементе 124 на поверхности 132.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения диафрагма может подвергаться воздействию рабочего давления в капельной ленте, которая может проходить через отверстие 118 и непосредственно воздействовать на диафрагму, заставляя ее изгибаться по мере уменьшения давления воды на диафрагму с другой ее стороны. При повышении давления воды в капельной ленте диафрагма может изгибаться в радиальном направлении к водовыпускному отверстию 110 и в сторону от второго или внутреннего торца капельницы, уменьшая расход воды, выходящий из капельницы 306.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения вода, воздействующая на диафрагму при прохождении через отверстие 118, не проходит при этом через фильтр. В качестве альтернативы фильтр может представлять собой множество пазов 116 в цилиндрических боковых стенках 106 капельницы, которые предназначены только для воды, поступающей в область уменьшения давления или лабиринт 108 капельницы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения диафрагма 112 может удерживаться на месте за счет помещения наружных участков диафрагмы между первым корпусным элементом 122 и

вторым корпусным элементом 124 капельницы 306. Первый и второй корпусные элементы могут быть введены во взаимное зацепление путем защелкивания или тугой посадки. Например, второй элемент может быть вставлен в первый элемент, удерживаясь на месте заплечиками 126, отходящими внутрь от боковых стенок 106 капельницы. Обращенные внутрь заплечики могут захватывать и удерживать на месте второй элемент за счет того, что размеры наружного обода или окружности 128 второго элемента могут немного превышать размеры заплечиков 126. Диафрагма 112 может удерживаться между поверхностью 130 первого элемента и одной или более стенкой 132 и 134 второго элемента. В необязательном варианте заплечики и наружный обод или окружность могут сходиться на конус для облегчения сборки. Кроме того, участки диафрагмы, выходящие в радиальном направлении за пределы отверстия 118, могут сжиматься по оси за счет плотной или тугой взаимной посадки первого и второго корпусных элементов.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения вода, поступающая в капельницу 306 через фильтрующую поверхность, которая окружает капельницу, может собираться в коллекторном канале 136 внутри фильтрующей области. Например, коллекторный канал может представлять собой канал, проходящий в радиальном направлении в пределах фильтрующей поверхности на боковых стенках 106 капельницы, причем он может быть огражден стенкой капельной ленты, поверхностью 138 и стенкой 140, очерчивающими границы выходного колодца 146.

В различных примерах осуществления настоящего изобретения оросительная трубка 304 выполнена с возможностью компенсации потерь давления в капельницах, расположенных вдоль оросительной трубки. Во время работы система 302 подачи воды доставляет воду в трубку 304, в необязательном и предпочтительном варианте в самую верхнюю точку трубки 304.

Авторами изобретения было установлено, что это обеспечивает, в общем, высокую скорость прохождения воды, а также, в общем, равномерный расход воды во всех капельницах 306.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения система 366 управления обеспечивает доставку воды в трубку 304 системой 302 подачи воды под давлением не более чем около 90 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 90 см H_2O), или не более чем 80 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 80 см H_2O), или не более чем 70 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 70 см H_2O), или не более чем 60 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 60 см H_2O), или не более чем 50 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 50 см H_2O) и дополнительно или не более чем 40 см H_2O (например, от около 5 см H_2O до около 40 см H_2O). Например, когда система 302 подачи воды представляет собой насос и/или содержит регулируемый клапан (не показан), система 366 управления может управлять насосом или клапаном с целью подачи воды под предпочтительным давлением. В альтернативном варианте система 302 подачи воды может быть выполнена с возможностью доставки воды под указанным давлением без использования системы управления (например, за счет правильного выбора диаметра водовыпускного отверстия и/или давления в системе 302 подачи воды).

Для обеспечения эффективной работы систем капельного орошения требуются капиталовложения в системы фильтрации и высокого давления (высокоэнергетические системы), которые при этом потребляют много электроэнергии. Системы поверхностного орошения обычно характеризуются большим расходом воды на входе с тем, чтобы можно было обеспечить эффективный и равномерный полив всего поля до самого его конца методом поверхностного орошения. Авторами настоящего изобретения было установлено, что уменьшение количества воды за счет более крутого склона поля может вызвать обезвоживание, эрозию и деградацию почвы.

Системы капельного орошения обеспечивают более равномерный полив всего поля в сравнении с системами поверхностного полива из-за уменьшения поверхностного стока и выщелачивания. Авторы настоящего изобретения пришли к выводу, что требование высокого давления влечет за собой высокие энергозатраты и большие капиталовложения в фильтры, насосы, регуляторы давления и материалы для изготовления оросительной трубки, которые смогут выдерживать высокое давление. Авторы настоящего изобретения пришли к выводу, что системы капельного орошения, работающие под давлением в пределах 0,05-0,1 бар, не могут применяться для полива коммерческих полей большой площади. Показатель изменения расхода на орошаемом поле обычно равен 10% или менее.

Авторы изобретения установили, что система орошения, содержащая оросительную трубку, которая может быть наклонена с меняющейся крутизной наклона, может быть выбрана таким образом, что расход воды на выходе по длине наклонной оросительной трубки будет изменяться не более чем на 20%, или не более чем на 18%, или не более чем на 16%, или не более чем на 15%, или не более чем на 13%, или не более чем на 12%, или не более чем на 10%.

В контексте настоящего документа термин "расход воды на выходе" относится к объему воды, выходящему из капельницы за единицу времени.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения оросительная трубка 304 наклонена с плавной меняющейся крутизной наклона, а в некоторых других вариантах осуществления настоящего изобретения оросительная трубка 304 наклонена с прерывисто меняющейся крутизной наклона.

На фиг. 4 представлено схематическое изображение системы 300 орошения согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, в которых используется наклон меняющейся крутизны. Система 300 орошения может включать в себя систему 302 подачи воды, одну или более оросительную трубку

304 и множество капельниц 306 (не показаны; см. фиг. 3А и В). На иллюстрации, приведенной для наглядности на фиг. 4, которую не следует рассматривать как носящую ограничительный характер, система 300 орошения содержит распределительный водовод 305, в который нагнетается вода из системы 302. Водовод 305 снабжен отверстиями 314, с которыми соединяются оросительные трубки 304 с помощью пригодных для использования коннекторов (не показаны). В необязательном и предпочтительном варианте оросительные трубки 304 прокладываются между бороздами 311, которые обычно используются для заполнения водой и располагаются с наклоном 330 для компенсации потерь расхода вода по длине оросительных трубок 304. Крутизна наклона 330 может меняться (плавно или прерывисто) по длине оросительных трубок 304.

Например, оросительная трубка 30 может быть наклонена с плавно меняющейся крутизной наклона, где большей крутизной (в абсолютном значении) характеризуется начало оросительной трубки 304, а меньшей крутизой (в абсолютном значении) характеризуется один или более последующий участок оросительной трубки 304. Авторами настоящего изобретения было установлено, что это может увеличить скорость прохождения воды и обеспечить поддержание равномерного давления во всех капельницах 306. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения оросительная трубка 304 наклонена с плавно меняющейся крутизой наклона, которая выбирается таким образом, чтобы расход воды на выходе по длине оросительной трубки 304 изменялся не более чем на 20%, или не более чем на 18%, или не более чем на 16%, или не более чем на 15%, или не более чем на 13%, или не более чем на 12%, или не более чем на 10%.

Меняющаяся крутизна наклона в необязательном и предпочтительном варианте выбирается таким образом, чтобы по меньшей мере для одной пары капельниц в трубке 304, а в более предпочтительном варианте по меньшей мере для двух пар капельниц в трубке 304, а в еще более предпочтительном варианте по меньшей мере для трех пар капельниц в трубке 304, а в наиболее предпочтительном варианте для любой пары капельниц в трубке 304 соотношение между наклоном S_1 в месте расположения одной из капельниц пары и наклоном S_2 в месте расположения другой капельницы из пары было равно или почти равно n -й степени соотношения между расстояниями до капельниц от самой нижней точки трубки 304 (например, самой дальней от водовода 305 точки трубки 304). Математически это может быть выражено как $S_1/S_2 \propto [(L-\ell_1)/(L-\ell_2)]^n$, где L обозначает длину трубки 304; ℓ_1 обозначает расстояние между наивысшей точкой по длине трубки 304 и одной из капельниц пары; а ℓ_2 обозначает расстояние между наивысшей точкой по длине трубки 304 и другой капельницей из пары. Значение экспоненты n предпочтительно составляет от около 1,5 до около 4,5, например около 2 или около 3.

Обратимся к фиг. 5А-С, где представлены схематические изображения капельницы 306 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. В необязательном и предпочтительном варианте капельница 306 содержит множество отверстий, выполняющих функцию водовпускных отверстий 312. Однако это не обязательно так, поскольку для некоторых сфер применения водовпуском может служить конец капельницы. Капельница 306 может проявить свою эффективность в системах орошения, таких как, помимо прочего, системы орошения, проиллюстрированные выше в привязке к фиг. 3А, В и фиг. 4. Капельница 306 может быть прикреплена к одной или более оросительной трубке 304 или располагаться внутри такой трубки 304. Капельница 306 может быть выполнена заодно с оросительной трубкой 304 во время изготовления последней.

На иллюстрации, приведенной для наглядности на фиг. 5А, капельница 306 показана в сборе с внешним полым элементом 301, выполненным, например, в виде полый трубки и снабженным одним или более водовпускным отверстием 312 для забора воды капельницей 306 и одним или более водовыпускным отверстием 314 для выпуска воды из капельницы 306. Капельница 306 также содержит внутренний элемент 303, диаметр которого меньше диаметра внешнего полого элемента 301, чтобы при вставке внутреннего элемента 303 во внешний полый элемент 301 в пространстве между ними образовался канал 310 прохождения воды. Канал 310 может проходить от одного конца 321 капельницы 306 до другого конца 331 капельницы 306. В необязательном и предпочтительном варианте конец 331 является глухим. В различных примерах осуществления настоящего изобретения канал 310 прохождения воды сформирован таким образом, что по меньшей мере одна пара отверстий впуска-выпуска оказывается соединенной прямой линией в пределах канала 310 прохождения воды. Это позволяет по меньшей мере части воды перетекать по прямой от одного или более водовпускного отверстия 312 до одного или более водовыпускного отверстия 314 в отличие от капельниц, в которых предусмотрены, например, зигзагообразные или лабиринтные каналы прохождения воды.

В контексте настоящего документа термин "пара отверстий впуска-выпуска" обозначает пару, в которую входит одно из водовпускных отверстий 312 и одно из водовыпускных отверстий 314.

Водовпускные отверстия 312 могут быть представлены в виде множества небольших полостей с диаметром от около 0,05 мм до около 1 см с интервалом между ними от около 0,01 мм до около 1 см. Водовыпускные отверстия 314 предпочтительно выполнены с возможностью отвода воды из капельницы, обеспечивая требуемый расход воды, поступающей из капельницы на грунт или землю. Диаметр водовыпускных отверстий 314 обычно составляет от около 0,5 до около 2 мм. В необязательном и предпочтительном варианте водовыпускные отверстия 314 капельницы 306 могут сообщаться с отверстием 336

(показано на фиг. 3В), выполненным в наклонной оросительной трубке 336 (показана на фиг. 3В).

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения капельница 306 характеризуется зависимостью давления от расхода воды на выходе, которая представляет собой линейное соотношение между расходом Q (объемом воды, протекающим за единицу времени) в водовыпускном отверстии 314 и входным давлением P в водовпускном отверстии 312. Математически это соотношение может быть выражено как $Q=a_1P+a_0$, где a_1 обозначает коэффициент давления на входе, а a_0 обозначает параметр отклонения. Значение величины a_1 обычно составляет от около 7 см³/ч на см Н₂О до около 40 см³/ч на см Н₂О, или от около 7 см³/ч на см Н₂О до около 20 см³/ч на см Н₂О, или от около 9 см³/ч на см Н₂О до около 12 см³/ч на см Н₂О. Значение величины a_0 обычно составляет от около 0 до около 50 см³/ч, или от около 10 до около 40 см³/ч, или от около 20 до около 30 см³/ч.

На фиг. 5В показано продольное поперечное сечение капельницы 306 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения, а на фиг. 5С представлен вид капельницы сбоку с пространственным разделением деталей, иллюстрирующий внешний полый элемент 301 (справа) и внутренний элемент 303 (слева) согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Капельница 306 может содержать внешний полый элемент 301 с первым концом 311, который может быть глухим. Во внешний полый элемент 301 может быть вставлен внутренний элемент 318 с головкой 328. Головка 328 внутреннего элемента 303 предпочтительно закрывает один конец 321 внешнего полого элемента 301 после сборки этих двух элементов в единый узел. Внешний полый элемент 301 может содержать множество водовпускных отверстий 312 на одном конце 317 и одно или более водовыпускное отверстие 314 на другом конце 319.

Как показано на фиг. 5А, внутренний диаметр d_{int} обычно определяется расстоянием между двумя самыми удаленными друг от друга антиподальными точками на наружной стенке 318 внутреннего элемента 303. Внешний диаметр d_{ext} обычно определяется расстоянием между двумя самыми удаленными друг от друга антиподальными точками на внутренней стенке 322 внешнего полого элемента 301. После вставки внутреннего элемента 303 во внешний полый элемент 301 образуется канал 310 прохождения воды шириной W . В необязательном и предпочтительном варианте ширина W устанавливается на таком уровне, чтобы был обеспечен достаточно узкий канал 310 прохождения воды с небольшим гидравлическим диаметром (D_H) для уменьшения расхода внутри капельницы 306.

Гидравлический диаметр (D_H) представляет собой параметр, который определяется как умноженное на четыре соотношение между площадью A сечения потока и смоченным периметром P водовода согласно уравнению I

$$D_H = \frac{4A}{P} \quad (\text{Уравнение I})$$

В уравнении I величина A может представлять собой площадь поперечного сечения канала 310 прохождения воды в капельнице 306, а величина P может представлять собой смоченный периметр поперечного сечения, и в этом случае показатель D_H будет называться гидравлическим диаметром канала 310 прохождения воды.

Например, если канал 310 прохождения воды имеет круглую форму, гидравлический диаметр согласно уравнению I, представленному выше, уменьшается до диаметра круга, образующего канал прохождения воды.

Стандартный гидравлический диаметр канала 310 прохождения воды, подходящий для вариантов осуществления настоящего изобретения, составляет от около 50 до около 500 мкм. Допускаются и иные значения гидравлического диаметра при условии уменьшения или устранения возможности забивания канала 310 прохождения воды, что будет подробнее описано ниже в привязке к фиг. 6.

Если канал 310 прохождения воды имеет кольцевую форму, гидравлический диаметр определяется как ширина W канала, которая может быть рассчитана как разница между внутренним диаметром d_{501} внешнего полого элемента 301 и наружным диаметром d_{508} внутреннего элемента 303 по уравнению II

$$D_H=W= d_{301}-d_{303} \quad (\text{Уравнение II})$$

Следует иметь в виду, что расход воды в канале уменьшается по мере уменьшения его гидравлического диаметра.

Авторы настоящего изобретения установили, что за счет использования узкого гидравлического диаметра капельница согласно предпочтительным вариантам осуществления настоящего изобретения может обеспечить низкий расход воды на выходе из капельницы 306, в частности при низком рабочем давлении. Небольшой гидравлический диаметр может быть получен за счет обеспечения достаточно большой относительной площади поверхности узкого канала 310 прохождения воды и/или за счет уменьшения энергии воды, проходящей через указанный канал, например путем увеличения трения потока воды в узком канале 310 прохождения воды в капельнице 306. Относительная площадь поверхности канала 310 прохождения воды может быть увеличена, например, за счет придания этому каналу определенного профиля. Например, канал прохождения воды может иметь профиль многоугольника (например, треугольника, квадрата и пр.). В альтернативном варианте или дополнительно относительная площадь поверхности канала 310 прохождения воды может быть увеличена, например, за счет обеспечения доста-

точно длинного канала между водовпускным отверстием 312 и водовыпускным отверстием 314.

Скопление твердых частиц на входе в капельницу может привести к ее закупорке и сокращению выходящего потока, в результате чего расход воды на выходе может уменьшиться или сократиться до нуля.

Преимущество наличия указанного канала можно лучше понять в привязке к фиг. 6, где представлен перспективный вид сбоку капельницы 306 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. Здесь показано препятствие 350 в виде твердой частицы или пузырька воздуха в канале 310 прохождения воды, который в проиллюстрированном варианте осуществления имеет кольцевую форму. Препятствие 350 может соприкасаться с внутренней стенкой 322 внешнего полого элемента 301 и наружной стенкой 318 внутреннего элемента 303 капельницы 306, тем самым полностью или частично закупоривая канал 310 в определенной точке. Однако поскольку канал 310 не является одномерным, в канале 310 имеются другие альтернативные пути прохождения воды в виде обходных путей 331, 322 и 333, огибающих препятствие, которое может находиться в капельнице 306. Более того, количество частиц, попадающих в капельницу, может быть уменьшено за счет использования капельницы 306 с узким входным отверстием. Размер водовпускных отверстий 304 может составлять от около 50 до около 500 мкм. Таким образом, канал 310 не полностью закупорен препятствием 350.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения предусмотрено множество капиллярных водовпускных отверстий 312. Обычно, но не обязательно, используется от около одного до около 100 капиллярных водовпускных отверстий. Преимущество, обусловленное наличием множества капиллярных водовпускных отверстий, заключается в том, что капиллярные водовпускные отверстия могут служить в качестве фильтра для капельницы 306 и снижать риск ее засорения.

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения гидравлический диаметр D_H составляет от около 0,01 до около 1 мм. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения внутренний диаметр внешнего полого элемента 301 составляет от около 0,5 до около 5 мм.

Площадь поперечного сечения капельницы, подходящая для вариантов осуществления настоящего изобретения, может составлять от около 3 до около 300 мм², что зависит от ширины канала 310 прохождения воды. Расход воды, проходящей через капельницу 306, обычно составляет от около 100 до около 10000 мл/час при гидравлическом напоре от около 0,1 м Н₂О до около 2 м Н₂О. Например, капельница длиной около 3 см и кольцевое пространство шириной около 100 мкм могут обеспечить расход около 1400 мл/час при напоре 1,5 м Н₂О.

Наружные поверхности внешнего элемента 301 и внутреннего элемента 303 могут идти параллельно друг другу с допуском около 10%. Расстояние между водовпускными отверстиями 312 может составлять от около 0,5 до около 2 мм. Расстояние между водовпускными отверстиями 312 и водовыпускными отверстиями 314 может составлять от около 1 до около 6 см.

Следует также иметь в виду, что за счет использования капельниц согласно настоящему изобретению и их функционирования под низким давлением система 300 орошения может устранить потребность в насосе 12, тип которого представлен на фиг. 1, благодаря чему оросительные трубки 304 согласно вариантам осуществления настоящего изобретения могут быть выполнены из более дешевых исходных материалов с использованием меньшего количества сырья.

Кроме того, авторы настоящего изобретения установили, что капельница согласно вариантам осуществления настоящего изобретения обеспечивает возможность вымывания твердых частиц потоком протекающей через нее воды. Даже если частицы частично забьют капельницу согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, частичная закупорка может быть устранена за счет подачи в капельницу чистой воды, которая вымоет твердые частицы. В результате капельница согласно вариантам осуществления настоящего изобретения обладает возможностями естественной самоочистки, заложенными в ее конструкции.

Как показано на фиг. 7А и В, множество капельниц 306 в любом из вариантов осуществления системы орошения, описанной выше, может располагаться горизонтально или вертикально относительно положения оросительной трубки 304, как это показано на фиг. 7А и В соответственно.

На фиг. 8А и В представлены изображения в поперечном разрезе части канала прохождения воды в капельнице 306 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Как было указано выше в привязке к фиг. 5А-С, канал 310 прохождения воды образуется за счет сборки внутреннего элемента 303 с внешним полым элементом 301. Внутренний элемент 303 может характеризоваться переменными поперечными сечениями за счет использования канала 310 прохождения воды в форме частичного кольца, а именно за счет использования по меньшей мере части кольцевого пространства 310. Любые компоненты капельницы 306 могут быть выполнены из формованного пластика. Внутренний элемент 303 может быть вставлен во внешний полый элемент 301.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения с одной или более стороны внешнего полого элемента 301 может быть предусмотрена одна или более крышка, закрывающая один или более его конец.

На фиг. 9А-Л представлены схематические изображения с видами в поперечном разрезе капельницы 306 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 9А и В показан вид сбоку (фиг. 9А) и поперечный разрез по линии А-А (фиг. 9В) капельницы 306, используемой в вари-

антах осуществления настоящего изобретения, в которых капельница 306 содержит диагональные отверстия по бокам и выходные отверстия под закрытой головкой (левая сторона на чертеже не показана). На фиг. 9С и D показан вид сбоку (фиг. 9С) и поперечный разрез по линии В-В (фиг. 9D) капельницы 306, используемой в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых капельница 306 содержит водовпускное отверстие эллиптической формы (см. также фиг. 10А ниже), снабженное фильтром 313. На фиг. 9Е и F показан вид сбоку (фиг. 9Е) и поперечный разрез по линии С-С (фиг. 9F) капельницы 306, используемой в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых капельница 306 содержит водовпускное отверстие эллиптической формы без фильтра (см. также фиг. 10В ниже). На фиг. 9G и H показан вид сбоку (фиг. 9G) и поперечный разрез по линии D-D (фиг. 9H) капельницы 306, используемой в вариантах осуществления настоящего изобретения, аналогичных тем, которые проиллюстрированы на фиг. 9А и В, за исключением сокращенного расстояния между концом капельницы и выходными отверстиями. На фиг. 9I и 9J показан вид сбоку (фиг. 9I) и поперечный разрез по линии Е-Е (фиг. 9J) капельницы 306, используемой в вариантах осуществления настоящего изобретения, аналогичных тем, которые проиллюстрированы на фиг. 9С и D, за исключением того, что капельница 306 содержит диагональные отверстия под крышкой. На фиг. 9K и L показан вид сбоку (фиг. 9K) и поперечный разрез по линии F-F (фиг. 9L) капельницы 306, используемой в вариантах осуществления настоящего изобретения, аналогичных тем, которые проиллюстрированы на фиг. 9С и D, за исключением того, что ее внешний контур сходит на конус для уменьшения трения.

Перспективные изображения капельниц, проиллюстрированных на фиг. 9А-L, показаны на фиг. 17А-F, где фиг. 17А соответствует фиг. 9А и В; фиг. 17С соответствует фиг. 9С и D; фиг. 17F соответствует фиг. 9Е и F; фиг. 17В соответствует фиг. 9G и H; фиг. 17Е соответствует фиг. 9I и J; а фиг. 17D соответствует фиг. 9K и L. Крышка на внешнем пологом элементе 301 обозначена на фиг. 17 А-17F позицией 342.

Длина внешнего полого элемента 301 и внутреннего элемента 303 может составлять примерно 20-50 мм. Диаметр внешнего полого элемента 301 может составлять примерно 1-10 мм, а диаметр внутреннего элемента 303 может составлять примерно 0,5-9,7 мм. Размер водовпускного отверстия 312 и водовыпускного отверстия 314 может составлять примерно 0,5-5 мм. Высота "ванны" 346 может примерно на 100-500 мкм превышать высоту узкого пространства 310, а ширина узкого пространства 310 может составлять около 50-400 мкм.

Следует иметь в виду, что капельницы и их компоненты, которые были описаны в настоящем документе, имеют цилиндрическую форму, но при изготовлении им может быть придана и иная форма, вследствие чего внешний полый элемент и внутренний элемент, описанные в настоящем документе, могут иметь любую форму, такую как эллиптическая, квадратная, прямоугольная, треугольная, шестиугольная, восьмиугольная и пр.

В альтернативном варианте или дополнительно капельница согласно вариантам осуществления настоящего изобретения может быть снабжена водовпускным отверстием эллиптической формы или множеством водовпускных отверстий такой формы.

В альтернативном варианте или дополнительно капельница согласно вариантам осуществления настоящего изобретения может характеризоваться водовпускным отверстием любой геометрической формы, например квадратной, прямоугольной, треугольной и круглой.

На фиг. 10А представлен перспективный вид сбоку собранной капельницы 306 с водовпускным отверстием 3121 эллиптической формы согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. Как можно видеть, водовпускное отверстие проходит перпендикулярно капельнице.

Теперь обратимся к фиг. 10В, на которой представлен перспективный вид сбоку собранной капельницы 306 с водовпускным отверстием 3121 эллиптической формы и фильтром согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения. Эллиптическое водовпускное отверстие 3121 (или множество таких отверстий) содержит фильтр 340, который может быть представлен в различных возможных формах (в виде сетки, поперечных или продольных щелей). Как можно видеть, водовпускные отверстия 3121 проходят перпендикулярно капельнице 306.

Помимо вертикальных эллиптических водовпускных отверстий 3121, показанных на фиг. 10А и В, предусмотрены дополнительные впускные отверстия, которые располагаются не вертикально относительно капельницы 306 и через которые поступает вода, если ее поток проходит, в общем, под тупым углом θ к потоку воды в капельнице. Значения величины θ обычно лежат в пределах, без ограничений, от около 110° до около 155° ; или от около 120° до около 145° ; или от около 130° до около 145° , например, около 135° . На фиг. 10С и D представлен поперечный разрез (фиг. 10С) и перспективный вид сбоку (фиг. 10D) собранной капельницы с водовпускным отверстием 3121 эллиптической формы и дополнительным водовпускным отверстием 3122, которое ориентировано по диагонали относительно нормали к наружной поверхности внешнего полого элемента 301, согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Водовпускные отверстия достигают уровня, на котором вода поступает в капельницу и создает турбулентность, что предотвращает скапливание твердых частиц в водовпускной области. Водовпускная область капельницы представляет собой область, в которой могут скапливаться твердые частицы, вызы-

вая частичную или полную закупорку капельницы; и поэтому при попадании твердых частиц внутрь капельницы 306 они не будут скапливаться на входе и смогут выйти наружу через водовыпускное отверстие благодаря трехмерной форме и гладкости внутренних поверхностей капельницы. Водовыпускные отверстия 3122 могут быть ориентированы по диагонали относительно нормали к наружной поверхности внешнего полого элемента 301, вследствие чего на входе в водовыпускное отверстие может образовываться турбулентный поток воды.

На фиг. 10E и F представлены схематические изображения, иллюстрирующие вид в перспективе (фиг. 10E) и поперечное сечение (фиг. 10F) собранной капельницы, которая используется в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых внутренний элемент удерживается только с одной стороны.

Как было сказано выше, авторы настоящего изобретения пришли к выводу, что системы капельного орошения функционируют под давлением в пределах 0,5-4 бар и не могут применяться для полива коммерческих полей большой площади при рабочем давлении ниже 0,1 бар. Авторы изобретения разработали систему полива с оросительной трубкой, наклоненной под углом, который может быть выбран таким образом, чтобы расход воды на выходе по длине оросительной трубки не изменялся более чем на 20%, или более чем на 18%, или более чем на 16%, или более чем на 15%, или более чем на 13%, или более чем на 12%, или более чем на 10%.

На фиг. 11 показан график, на котором отложена процентная разница между капельницей с большим расходом воды на выходе и капельницей с низким расходом воды на выходе в зависимости от уклона поля для значений напора на входе около 20, 30, 50, 100 и 150 см при наличии четырех капельниц в расчете на каждый метр трубки, длине трубки около 150 м и диаметре трубки около 25 мм; причем указанная разница была получена в ходе экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения, результаты которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициент изменения расхода воды на выходе капельницы по длине трубки в зависимости от уклона поля и напора на входе

Уклон (%)	Напор на входе (см)			
	20	30	40	50
0	6,15	6,01	6,77	14,79
0,05	3,95	2,75	3,53	13,20
0,1	10,22	7,16	4,72	11,81
0,2	19,84	15,49	9,87	9,75
0,5	34,56	29,27	21,51	9,55
0,75	39,93	35,04	27,65	12,32
1	43,47	39,12	32,24	15,51
1,5	48,41	44,84	38,85	21,62

Для давления в последней капельнице было задано расчетное значение и рассчитан расход на выходе капельницы. Была рассчитана потеря напора до следующей капельницы, а также изменение напора, обусловленное крутизной наклона, для определения давления на входе в эту капельницу. Расход на выходе двух капельниц был суммирован, что было повторено для всех остальных капельниц до самого начала трубки. Для изменения давления в последней капельнице с целью установления заданного напора на входе согласно табл. 1, приведенной выше, была использована функция "Подбор параметра" программы Microsoft Excel. Уклон поля варьировался для установления крутизны наклона, обеспечивающей эффективное функционирование системы орошения согласно настоящему изобретению при заданной максимальной разнице в расходе на выходе в 10%.

Наклон трубки может привести к повышению давления на ее конце (в зависимости от степени крутизны) и, таким образом, увеличить расход воды на выходе капельниц. Увеличение расхода по мере приближения к концу трубки может обусловить снижение вариативности расхода на выходе по длине трубки и обеспечить приемлемую равномерность выхода воды.

Промывка.

Концы всех трубок могут быть соединены "коллекторной" трубкой, которая одним из своих концов может быть соединена с вентилем (не показан). Вентиль может периодически открываться для очистки системы во время полива (не реже одного раза в две недели) в течение 5-20 мин. Открытие вентиля приводит к ускорению потока воды в трубках, что способствует очистке капельниц от скопившейся грязи. Эта процедура может быть особенно эффективной в системах низкого давления (до 2 м) с обычно малым расходом. Этот вентиль может управляться в ручном режиме, или с помощью таймера, или с использо-

ванием иного способа управления поливом. Расход в трубке во время промывки зависит от длины (L), диаметра (D) и гладкости (C) трубки, напора (H_f) на входе и уклона (Slope) поля и может быть рассчитан с использованием уравнения Хазена-Вильямса, представленного ниже как уравнение III

$$Q = \frac{1.49 \sqrt{(H_f + L * slope) * C^{1.852} * D^{4.87}}}{10.59 * L} \quad (\text{Уравнение III})$$

На фиг. 12А график, иллюстрирующий относительный расход на выходе четырех разных капельниц до и после промывки, полученный по результатам экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 12В показан график, иллюстрирующий расход воды в водоводе во время промывки в зависимости от крутизны наклона и давления на входе для водовода длиной около 150 м и диаметром около 25 м, полученный в результате экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Как можно видеть на фиг. 12А, промывка трубки привела к повышению расхода на выходе засоренных капельниц до исходных значений.

Промывка трубок приводит к увеличению расхода и непроизводительному сбросу воды. Однако промывка трубок в течение непродолжительного периода времени в конце/начале полива может свести расходование воды к минимуму, препятствуя при этом засорению капельниц. Расход воды в трубке показан на фиг. 12В, где приведен пример того, как на промывку трубки в течение 10 мин с напором на входе около 50 см и крутизной наклона около 0,1% может быть израсходовано 80 л воды, что является очень небольшим количеством в сравнении с поверхностным поливом.

Система орошения согласно настоящему изобретению может быть выполнена с возможностью подключения к существующим системам подачи воды сельскохозяйственного назначения, которые могут быть использованы для орошения затоплением.

Уклон поля может быть использован в качестве расчетного параметра, непосредственно влияющего на давление в трубке и соответственно на величину расхода на выходе капельниц. Крутизна наклона по длине трубки может варьироваться в зависимости от длины трубки, плотности размещения капельниц (числа капельниц на единицу длины трубки) и напора воды на входе. По мере движения воды в трубке может наблюдаться падение давления в канале прохождения воды, вызванное трением, вследствие чего может изменяться также и расход в капельницах.

На фиг. 13А-С показаны графики, иллюстрирующие зависимость давления на входе от длины водовода с наклоном 0° (фиг. 13А), с меняющейся крутизной наклона (фиг. 13В) и с наклоном, обеспечивающим равномерный расход (фиг. 13С); причем указанная зависимость была получена в результате экспериментов, проведенных согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 13А, давление в трубке длиной 200 м без наклона (с наклоном 0°) уменьшилось с 0,5 м в начале трубки до 0,16 м в ее конце. Этот перепад давления выявляет разницу в расходе, составляющую 67%. Потеря напора потока в капельнице может быть рассчитана по уравнению Дарси-Вейсбаха, приведенному выше.

Поля, обычно орошаемые затоплением, могут иметь небольшой уклон, составляющий от около 0,05% до около 1%. Следовательно, в стандартных системах капельного орошения, в которых рабочее давление доходит до около 10-14 м, крутизна наклона не имеет существенного значения, так как разница в высоте пренебрежимо мала в сравнении с рабочим давлением.

В системе согласно настоящему изобретению, в которой рабочее давление может приближаться к нулю, небольшие перепады высот по длине трубки могут оказывать существенное влияние на давление в трубке и расход на выходе капельниц. Наклон 330 S(l) может меняться по длине трубки, компенсируя потери давления.

Крутизна наклона в любой точке l по длине трубки 304 может быть выражена математически в виде функции S(l) наклона. Функция наклона может быть введена в контроллер землеройного устройства, такого как, помимо прочего, система планировки местности с лазерным наведением, для формирования в грунте наклонной поверхности с меняющейся крутизной наклона; после чего, в общем, вдоль этой наклонной поверхности с меняющейся крутизной наклона может быть проложена наклонная оросительная трубка 304, снабженная множеством капельниц 306.

Репрезентативная функция наклона, подходящая для вариантов осуществления настоящего изобретения, записывается следующим образом:

$$S(l) = K * f_d * \frac{q^2}{g D_H^5} * (L - l)^a, \quad (\text{Уравнение IV})$$

где K обозначает безразмерную константу, значение которой обычно лежит в пределах от около 0,1 до около 0,5 или от около 0,1 до около 0,3; L обозначает длину оросительной трубки 304; f_d обозначает коэффициент трения; q обозначает расход в оросительной трубке 304 на единицу длины; g обозначает ускорение свободного падения; D_H обозначает гидравлический диаметр указанной оросительной трубки 304; а l обозначает расстояние вдоль оросительной трубки 304 от ее самой верхней точки.

Еще одна репрезентативная функция наклона, подходящая для вариантов осуществления настоящего изобретения, записывается следующим образом:

$$SQ = G \frac{q^\alpha}{C^\gamma D_H^\delta} (L - D)^\beta \quad (\text{Уравнение V})$$

где С обозначает коэффициент гладкости материала трубки; а G, α , β , γ , δ и ϵ являются параметрами-константами. Типичное значение параметра G составляет от около 9 до около 11; типичное значение любого из параметров α , β и γ составляет от около 1,2 до около 2,2; а типичное значение параметра δ составляет от около 4 до около 5,5. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, по меньшей мере, два параметра, а в предпочтительном варианте - все параметры α , β и γ характеризуются одним и тем же значением.

Поскольку потери давления выше в начале трубки и постепенно уменьшаются по ее длине, наклон может быть круче в начале трубки, постепенно уменьшаясь по длине трубки. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения наклон S выбирается, исходя из расстояния между капельницами 306. Расстояние между капельницами может также влиять на расход, так как каждая капельница может уменьшать объем воды, протекающей через трубку.

В начале трубки вода течет с максимальной скоростью, а когда она достигает первой капельницы, пройдя расстояние x, расход постепенно снижается, согласуясь с расходом в этой капельнице и т.д. На последнем отрезке трубки (до последней капельницы) расход в трубке уравнивается с расходом в последней капельнице.

На фиг. 13B и C показано, что крутизна наклона может быть установлена таким образом, что капельный расход по длине трубки оказывается, в общем, равномерным. На фиг. 13B показано, что равномерный расход может быть получен при наклоне, который показан на фиг. 13C.

В контексте настоящего документа термин "около" или "почти" означает $\pm 10\%$.

Слово "иллюстративный" в контексте настоящего документа используется в значении "служащий в качестве примера, образца или иллюстрации". Любой вариант осуществления настоящего изобретения, описанный как "иллюстративный", не обязательно следует рассматривать как предпочтительный или имеющий преимущества над другими вариантами, и/или исключающий включение признаков других вариантов осуществления заявленного изобретения.

Слово "необязательно" в контексте настоящего документа используется в значении "предусмотрен в одном из вариантов осуществления настоящего документа, но не предусмотрен в других вариантах". Любой конкретный вариант осуществления настоящего изобретения может включать в себя множество "необязательных" признаков, если только эти признаки не противоречат друг другу.

Термины "содержит", "содержащий", "включает в себя", "включающий", "имеющий" и их производные означают "включающий, помимо прочего".

Термин "состоящий из" означает "включающий и ограниченный".

Термин "состоящий по существу из" означает, что состав, способ или структура может включать в себя дополнительные ингредиенты, стадии и/или части, но только в том случае, если дополнительные ингредиенты, стадии и/или части существенным образом не изменяют базовые и новые характеристики заявленного состава, способа или структуры.

В контексте настоящего документа форма единственного числа включает в себя множественное число, если только контекст явным образом не диктует иное. Например, термин "соединение" или "по меньшей мере, одно соединение" может включать в себя множество соединений, в том числе их смеси.

По всему тексту этой заявки различные варианты осуществления настоящего изобретения могут быть представлены в формате диапазонов. Однако следует понимать, что описание в формате диапазонов используется просто для удобства и в целях краткости изложения и не должно рассматриваться как жестко ограничивающее объем заявленного изобретения. Соответственно описание диапазона следует рассматривать как включающее в себя все возможные конкретно раскрытые поддиапазоны, а также отдельные числовые значения в пределах этого диапазона. Например, описание диапазона, такого как от 1 до 6, следует рассматривать как включающее в себя конкретно раскрытые поддиапазоны, такие как от 1 до 3, от 1 до 4, от 1 до 5, от 2 до 4, от 2 до 6, от 3 до 6 и т.д., а также отдельные числовые значения в пределах этого диапазона, например 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Этот принцип применим вне зависимости от ширины диапазона.

Во всех случаях, когда в настоящем документе упоминается диапазон числовых значений, предполагается, что он включает в себя все указанные численные величины (дробные или целые) в пределах указанного диапазона. В контексте настоящего документа фразы "варьирующийся в пределах/лежащий в диапазоне между" первым указанным значением и вторым указанным значением и "варьирующийся в пределах/лежащий в диапазоне от" первого указанного значения "до" второго указанного значения используются взаимозаменяемо и должны рассматриваться как включающие в себя первое и второе указанные значения и все дробные и целые числовые значения, лежащие между ними.

Следует принимать во внимание, что некоторые признаки настоящего изобретения, которые для на-

глядности описаны в контексте отдельных вариантов осуществления заявленного изобретения, могут быть также представлены в сочетании в одном варианте осуществления. И наоборот, различные признаки изобретения, которые в целях краткости изложения описаны в контексте одного варианта осуществления настоящего изобретения, могут быть также представлены по отдельности, или в любой подходящей подкомбинации, или иным подходящим образом в любых других раскрытых вариантах осуществления заявленного изобретения. Некоторые признаки, описанные в контексте различных вариантов осуществления настоящего изобретения, не должны рассматриваться как основные признаки, если только без этих элементов вариант осуществления не будет работать.

Хотя настоящее изобретение раскрыто на примере конкретных вариантов своего осуществления, совершенно ясно, что для специалистов в данной области техники станут очевидными многие его альтернативные варианты, модификации и вариации. Соответственно предполагается, что оно охватывает все такие альтернативные варианты, модификации и вариации, которые входят в широкий объем и сущность прилагаемой формулы изобретения.

Содержание всех публикаций, патентов и заявок на выдачу патентов, упомянутых в настоящем документе, полностью включено в настоящий документ посредством ссылки так, как если бы было специально и отдельно указано, что содержание каждой отдельной публикации, патента или заявки на выдачу патента включено в настоящий документ посредством ссылки. Кроме того, упоминание или указание на какую-либо ссылку в настоящем документе не должно рассматриваться как признание того факта, что эта ссылка относится к предшествующему уровню техники настоящего изобретения. В тех случаях, когда используются заголовки разделов, они не должны рассматриваться как обязательно носящие ограничительный характер.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Капельница для орошения водой, содержащая
внешний полый элемент, снабженный по меньшей мере одним водовпускным отверстием, выполненным с возможностью забора воды, и по меньшей мере одним водовыпускным отверстием, выполненным с возможностью отвода воды из капельницы; и
внутренний элемент, помещаемый внутрь указанного внешнего полого элемента для формирования канала прохождения воды в пространстве между ними;
где указанный канал прохождения воды отличается от одномерного канала и содержит множество альтернативных обходных путей потока, огибающих любую твердую частицу между указанным внутренним элементом и указанным внешним полым элементами.
2. Капельница для орошения водой по п.1, где указанная капельница характеризуется зависимостью давления от расхода на выходе, которая содержит линейное соотношение между расходом воды на выходе указанной капельницы и давлением впуска на входе в указанную капельницу.
3. Капельница для орошения водой по п.2, где указанное линейное соотношение характеризуется коэффициентом указанного давления на входе, который составляет от около $7 \text{ см}^3/\text{ч}$ на $\text{см H}_2\text{O}$ до около $40 \text{ см}^3/\text{ч}$ на $\text{см H}_2\text{O}$.
4. Капельница для орошения водой по п.3, где указанный коэффициент составляет от около $7 \text{ см}^3/\text{ч}$ на $\text{см H}_2\text{O}$ до около $20 \text{ см}^3/\text{ч}$ на $\text{см H}_2\text{O}$.
5. Капельница для орошения водой по любому из пп.2-4, где указанное линейное соотношение характеризуется параметром отклонения, которое составляет от около 0 до около $50 \text{ см}^3/\text{ч}$.
6. Капельница для орошения водой по п.5, где первый коэффициент указанного параметра отклонения составляет от около 10 до около $40 \text{ см}^3/\text{ч}$.
7. Система орошения, содержащая
источник подачи воды; и
оросительную трубку, которая снабжена множеством капельниц, выполненных с возможностью отвода воды, и которая соединяется с указанным источником подачи воды;
при этом по меньшей мере одна из указанных капельниц представляет собой капельницу согласно п.1.
8. Система орошения по п.7,
в которой указанная оросительная трубка представляет собой наклонную оросительную трубку; и
в которой указанная система подачи воды выполнена с возможностью доставки воды, содержащей твердые частицы и характеризующейся давлением, составляющим от около $5 \text{ см H}_2\text{O}$ до около $90 \text{ см H}_2\text{O}$, в указанную наклонную оросительную трубку в самой верхней точке указанной наклонной оросительной трубки.
9. Система орошения по любому из пп.7, 8, где указанная оросительная трубка характеризуется меняющейся крутизной наклона.
10. Система орошения по п.9, где по меньшей мере для одной пары капельниц в указанной трубке соотношение между величиной указанного наклона в месте расположения первой капельницы указанной пары и величиной указанного наклона в месте расположения второй капельницы указанной пары равно или приблизительно равно n-й степени соотношения между расстояниями до самой нижней точки ука-

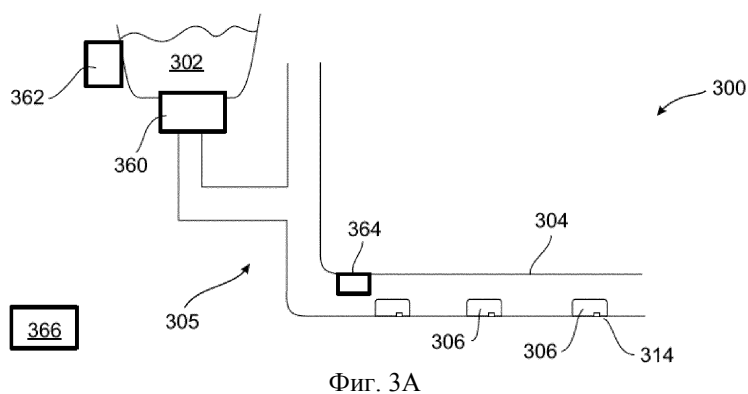
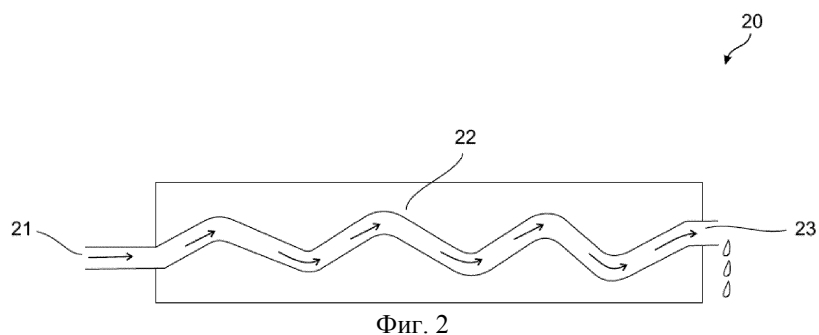
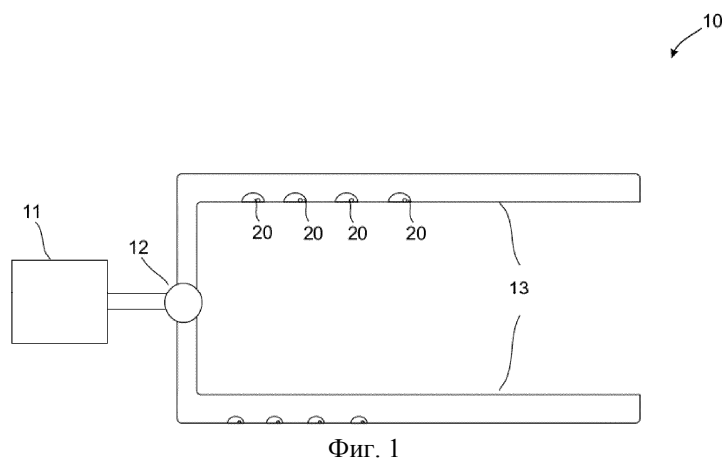
занной трубки от указанной первой и указанной второй капельниц указанной пары, причем указанная величина n составляет от около 1,5 до около 4,5.

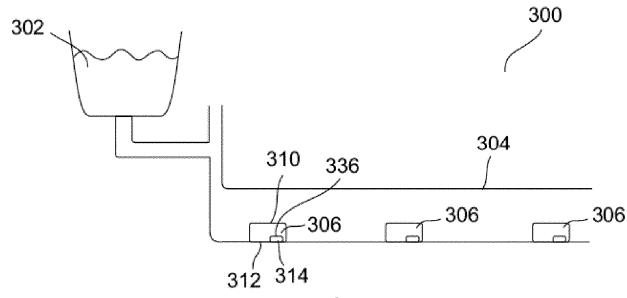
11. Система орошения по любому из пп.7-10, где подача воды осуществляется по распределительному водоводу.

12. Система орошения по любому из предшествующих пп.7-11, где количество капельниц на метр длины указанной наклонной оросительной трубки составляет от около 1 до около 5 штук.

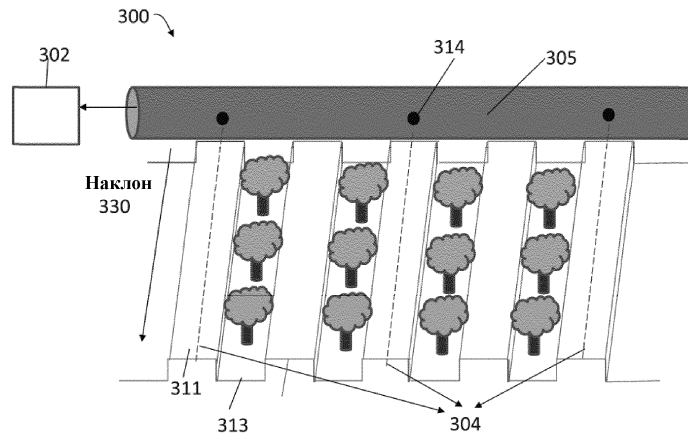
13. Способ орошения, причем этот способ включает в себя подачу воды в наклонную оросительную трубку, снабженную множеством капельниц, причем где по меньшей мере одна из указанного множества капельниц представляет собой капельницу для орошения водой по п.1.

14. Способ по п.13, в котором указанная оросительная трубка представляет собой наклонную оросительную трубку, а указанная подача выбирается таким образом, чтобы обеспечить в самой верхней точке указанной наклонной оросительной трубки давление воды, составляющее от около 5 см H_2O до около 90 см H_2O .

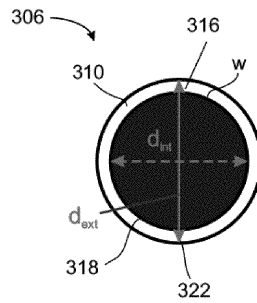




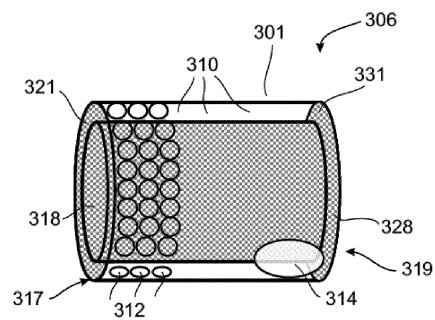
Фиг. 3В



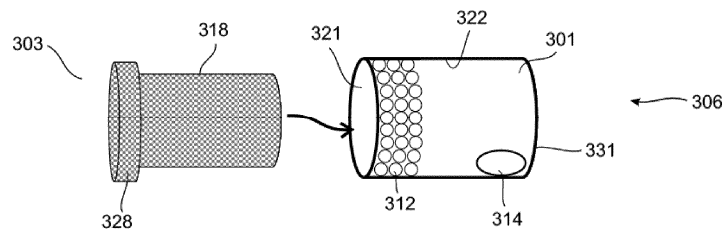
Фиг. 4



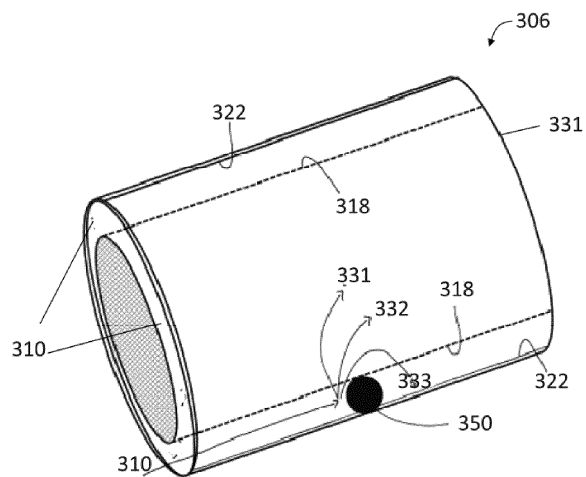
Фиг. 5А



Фиг. 5В

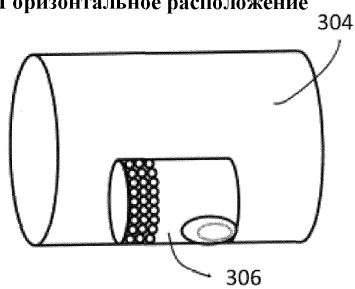


Фиг. 5С



Фиг. 6

Горизонтальное расположение



Фиг. 7А

Вертикальное расположение

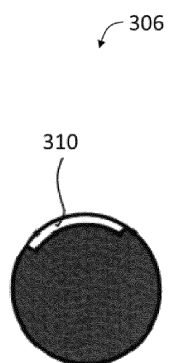


Фиг. 7В

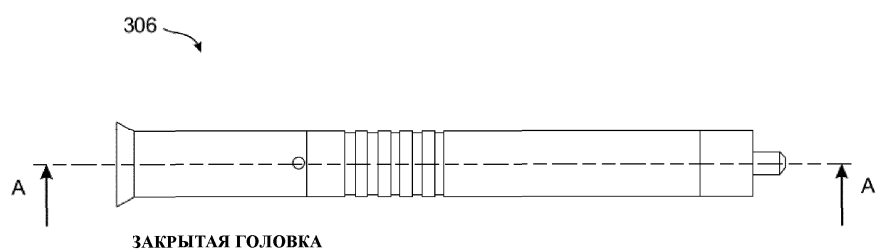
306



Фиг. 8А



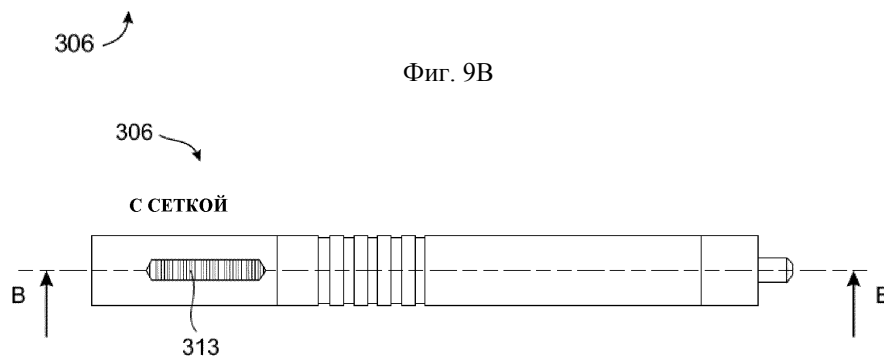
Фиг. 8В



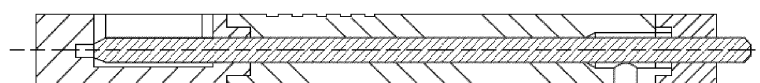
Фиг. 9А



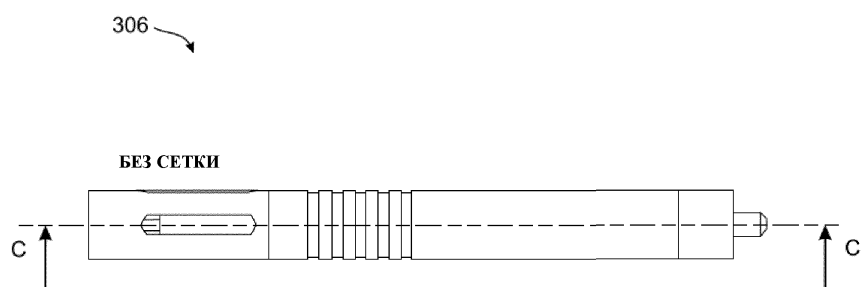
СЕЧЕНИЕ А-А



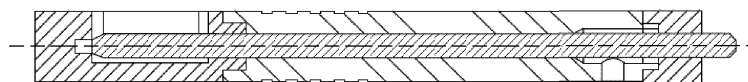
Фиг. 9С



Фиг. 9D



Фиг. 9Е

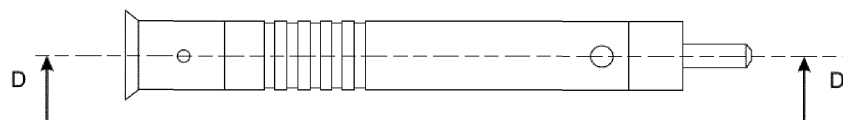


306

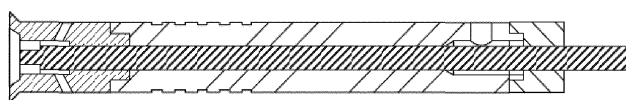
Фиг. 9F

306

С УКОРОЧЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ ГОЛОВКИ



Фиг. 9G

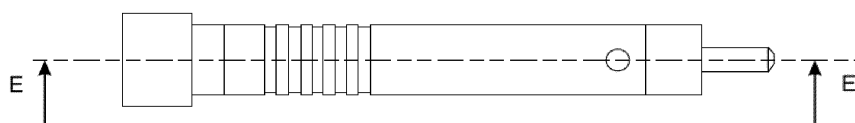


306

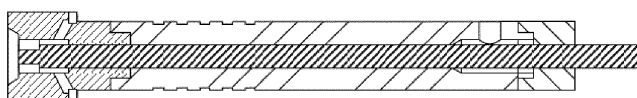
Фиг. 9H

306

С УКОРОЧЕННОЙ ОБОЛОЧКОЙ ГОЛОВКИ С ПРОТОКОМ



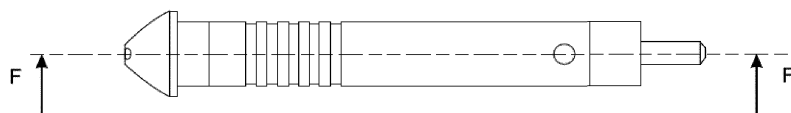
Фиг. 9I



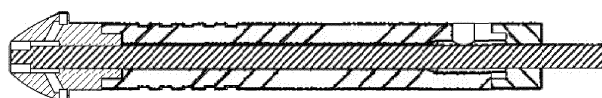
306

Фиг. 9J

306

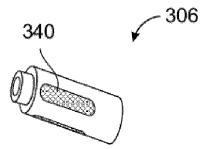


Фиг. 9K

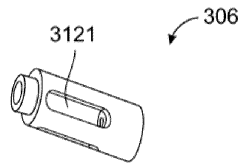


306

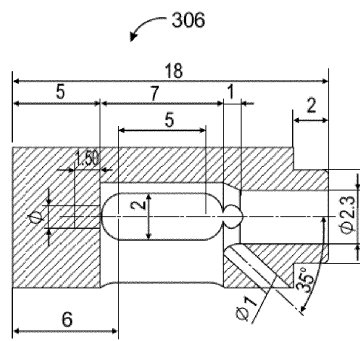
Фиг. 9L



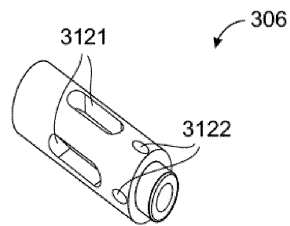
Фиг. 10А



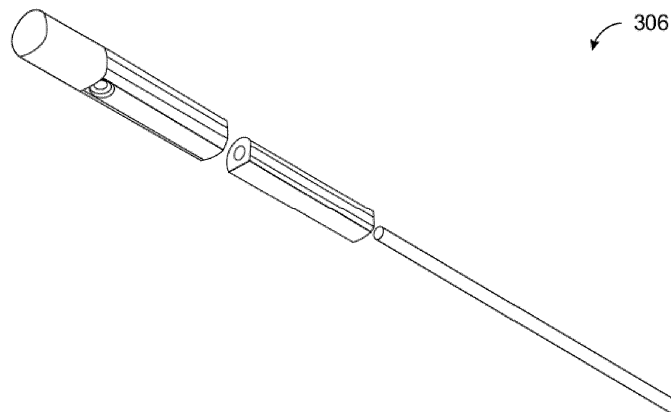
Фиг. 10В



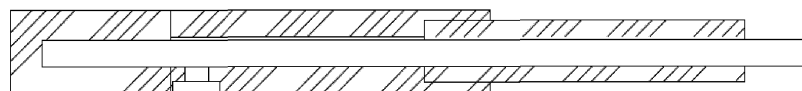
Фиг. 10С



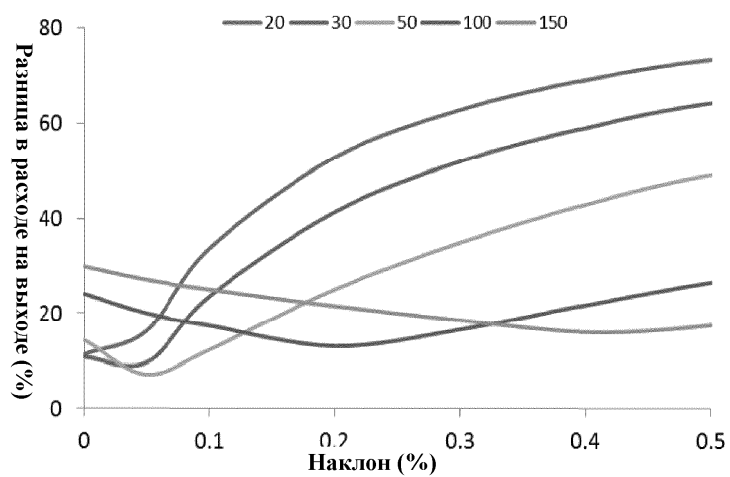
Фиг. 10D



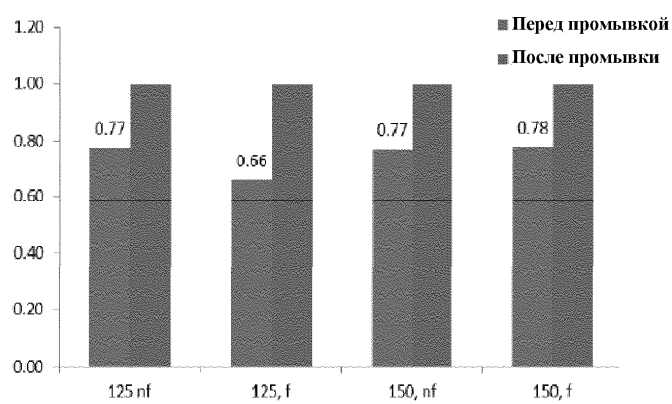
Фиг. 10Е



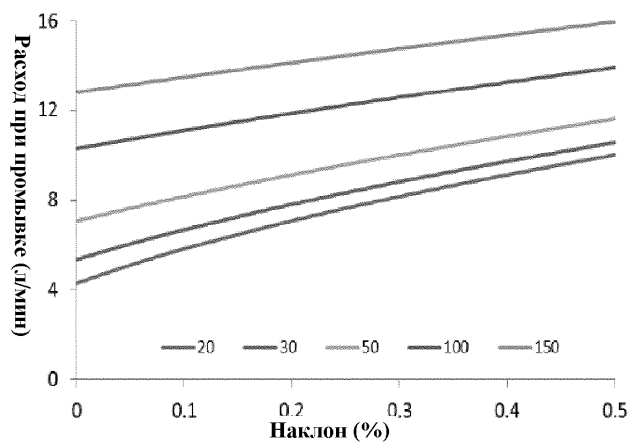
Фиг. 10F



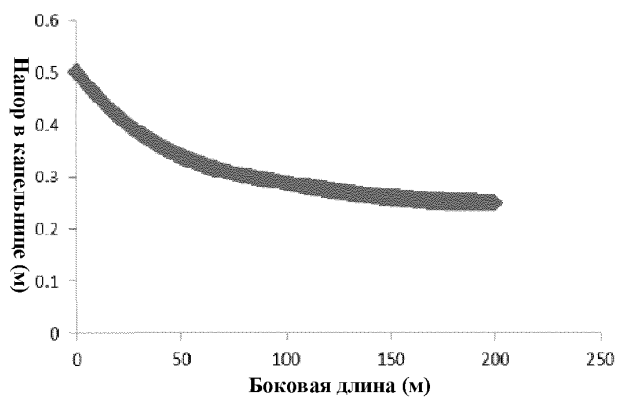
Фиг. 11



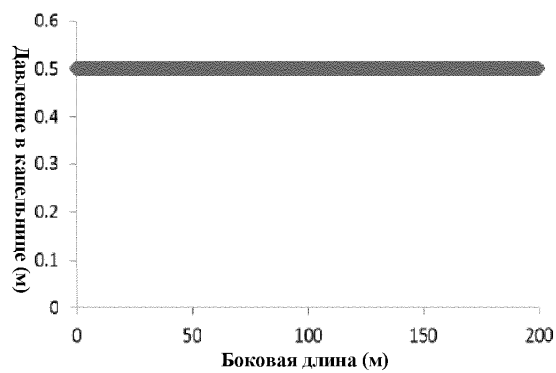
Фиг. 12А



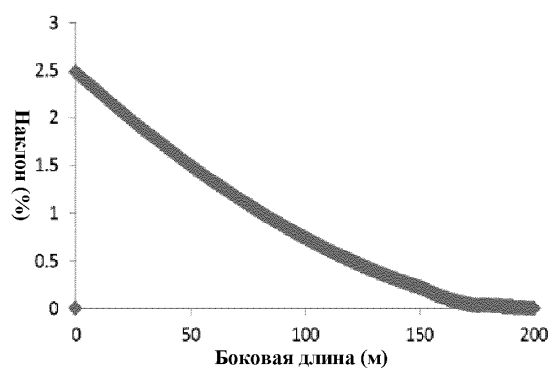
Фиг. 12В



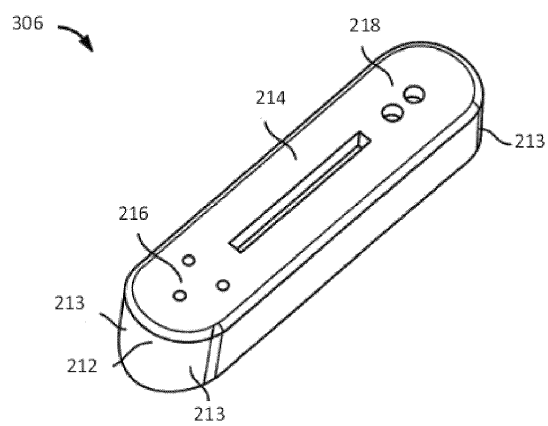
Фиг. 13А



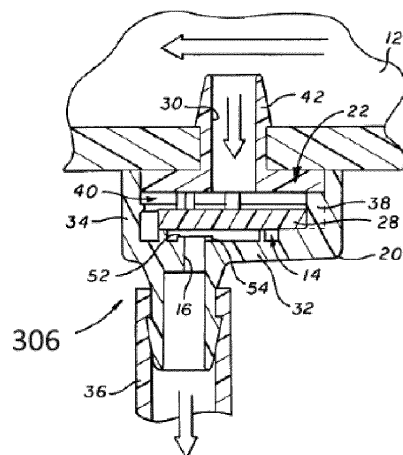
Фиг. 13В



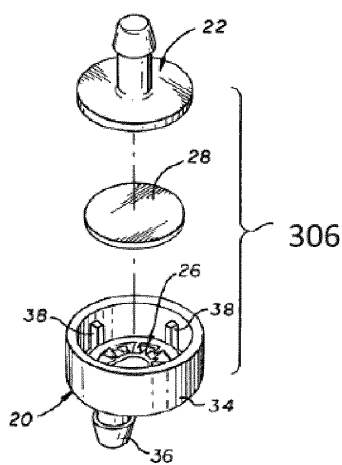
Фиг. 13С



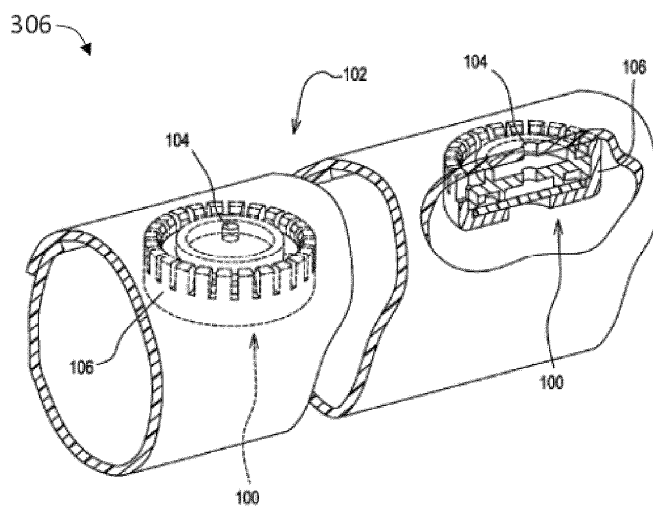
Фиг. 14



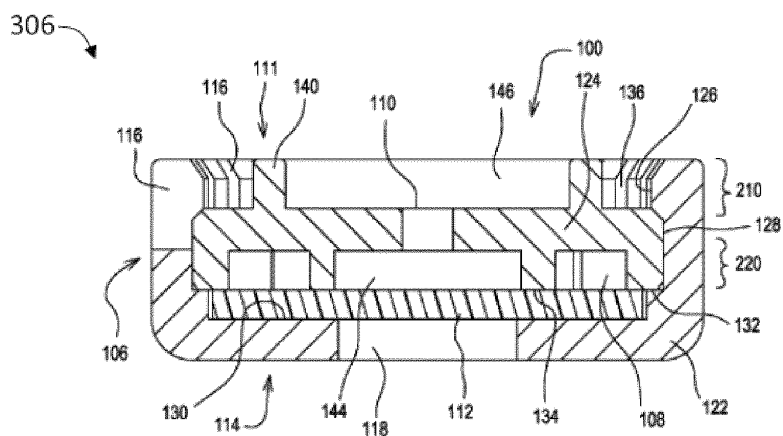
Фиг. 15А



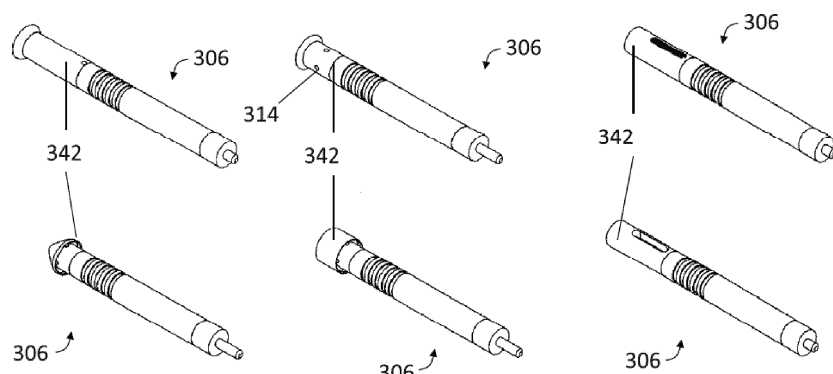
Фиг. 15В



Фиг. 16А



Фиг. 16B



Фиг. 17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F

