

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ
ДЛЯ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
Development module of drip irrigation system for watering crops**

А.Т. Козыкеева, доктор технических наук, доцент
кафедры гидротехники и мелиорации имени Л.Е. Тажибаева
Казахский национальный аграрный университет
(г.Алматы, пр. Абая 8)

А.К. Есмурзаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры лесные ресурсы и лесное хозяйство
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина
(г.Астана, пр. Победы 62)

А.О. Жатканбаева, докторант кафедры мелиорации и агрономии
Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати
(г. Тараз, ул. О.Сулейменова 7)

Рецензенты: Мусабеков К.К., кандидат технических наук, доцент зав. кафедрой
«Мелиорация и агрономия» ТарГУ им. М.Х.Дулати
Хожанов Н.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры
«Мелиорация и агрономия» ТарГУ им. М.Х.Дулати

Аннотация

В статье приведены технические характеристики и технология работы по применению нового модуля системы капельного орошения для полива сельскохозяйственных культур. Модуль системы капельного орошения состоит из поливных трубопроводов с капельницами, распределительного трубопровода с пневмогидроаккумулятором и запорным органом. Предложена новая конструкция капельницы и технология очистки капельниц. Частота профилактики по очистке капельниц назначается в зависимости от загрязнения оросительной воды. Необходимый объем воды для промывки 100 штук капельниц составляет 15 л.

Предлагается конструкция переносного пневмогидроаккумулятора, что обеспечивает уменьшения стоимости капельной системы. Пневмогидро-аккумулятор состоит из гидравлического и пневматического камер.

Ключевые слова: капельница, капельное орошение, модуль системы орошения, поливные трубопроводы, пневмогидроаккумулятор.

Summary

The article lists the specifications and technology of work on the application of the new module drip irrigation system for watering crops. drip irrigation system module consists of irrigation pipes with drippers, distribution manifold with shut-off and hydropneumatic body. A new design of dropper droppers and purification technology. The frequency of preventive maintenance cleaning droppers assigned depending on irrigation water pollution. The required amount of water for washing of droppers 100 pieces of 15 liters.

It is proposed to construct a portable hydropneumatic accumulator, which provides cost reduction drip system. Pnevmo gidro accumulator consists of a hydraulic and pneumatic chambers.

Keywords: drop counter, drip irrigation, irrigation system module, irrigation pipelines, pneumohydroaccumulator.

Введение

Технология капельного орошения широко распространена в передовых странах мира. В настоящее время в некоторых областях Республики Казахстана внедрены системы капельного орошения по контрактам с рядом фирм Израиля, «ЛЕГО», «Нетафим» и другие. Основными элементами системы капельного орошения являются водозаборный узел с напоробразующим устройством и фильтрами, распределительный трубопровод, участковые трубопроводы, поливные трубопроводы с капельницами. Существуют несколько разновидностей капельниц. Различают некомпенсирующие и компенсирующие капельницы [1].

В настоящее время существуют различные системы капельного орошения (СКО), применение которых ограничивается рядом причин, основными из которых являются: потребность в тонкой очистке поливной воды, необходимость дополнительного насосно-силового оборудования и специальной системы управления, что требует больших капиталовложений от фермерских и крестьянских хозяйств [2].

В последнее время всё большее распространение приобретают технологии малообъёмного орошения, которые обеспечивают более эффективную и экономную доставку воды и питательных веществ непосредственно к корневой зоне растений.

Микроорошение (от греческого – маленький) – термин, который объединяет способы полива, при которых осуществляется локальная подача воды в зону наиболее интенсивного развития корневой системы растений, то есть капельное орошение.

Капельный полив (капельное орошение) – идеальный выбор для организации полива пропашных культур, так как вода подается только в зону расположения корней и используется растениями практически на 100 % [3].

Как и все способы полива, капельное орошение предусматривает типизированный перечень работ, регламентирующий процесс возделывания сельскохозяйственных культур с применением данных систем. Обозначенный технологический регламент включает в себя следующие неотъемлемые элементы: проектирование системы капельного орошения; монтаж системы капельного орошения; орошение сельскохозяйственных культур; обслуживание и демонтаж систем капельного орошения [4].

Загрязнение, прошедшее по системе трубопроводов, приносится водой к концевым участкам капельных линий, где оно накапливается. Удаление грязи обеспечивается открытием специально установленных пробок. Частота промывок определяется совокупностью различных факторов, но для бесперебойной работы системы орошения требуется проводить не менее 1 промывки за сезон. Чаще всего промывки проводятся весной, перед пуском СКО, для вымывания оставшихся с прошлого года загрязнений и осенью, перед консервацией на зиму, для удаления скопившейся за оросительный период грязи [4].

В настоящее время существует Безнапорная система капельного орошения (БСКО), разработанные О.З.Зубаировым, А.А.Таттибаевым, Х.А.Таттибаевым и А.О.Жатканбаевой. Новым в безнапорной системе капельного орошения является снабжение штуцера капельницы системы крышкой, имеющей конический выступ. Крышка имеет свободу перемещения по оси капельницы и посредством конического выступа регулирует выходное сечение резиновой трубки, надетой на штуцер капельницы [5].

Снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции во многом зависит от правильного выбора техники и технологии полива используемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Капельные системы оснащенные фильтрационной станцией, насосом, высоконапорными поливными трубопроводами, инжектором и управляющим центром требуют высоких капиталовложений. Из-за этого многие фермерские и крестьянские хозяйства не могут позволить себе приобрести таких капельных систем для полива сельскохозяйственных культур. Эти системы увеличивают срок окупаемости и себестоимости сельскохозяйственной продукции.

В целях, повышения экономической эффективности использования капельной системы, экономии оросительной воды и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции последние годы учеными разрабатываются низконапорные, безнапорные и другие виды капельных систем не требующих высоких капиталовложений.

Цель работы – разработка конструкции модуля системы капельного орошения (МСКО) для сельскохозяйственных культур, не требующих дополнительного насосно-силового оборудования обеспечивающего равномерное распределение воды по длине поливного трубопровода.

Результаты исследований. Практика последних лет показала, что перспективным способом регулирования водного режима почв на орошаемых землях является капельное орошение. Известна импульсная капельница, включающая пневмогидроаккумулятор, соединенный с напорной сетью (а. с. СССР № 869693, кл. А01G 25/02, 1981).

Недостатком известного устройства является сложность конструкции, обусловленная наличием множества элементов. Присутствуют подвижные детали, вступающие во взаимодействие для выполнения импульсной подачи воды. Напорная сеть оборудована специальным автоматическим устройством для кратковременного понижения давления в напорной сети. Все это снижает надежность работы системы.

Известна также капельница, включающая корпус с входным и выходным отверстиями, эластичный пористый вкладыш, фиксирующую шайбу с отверстием (а. с. СССР № 816433, кл. А01G 25/02, 1981).

Как известно, капельные оросительные системы в процессе эксплуатации неизбежно подвергаются засорению, что приводит к снижению надежности их работы.

Недостатком известного устройства в этом отношении является сложность проведения профилактики по очистке капельниц. Для очистки необходима индивидуальная обработка вкладыша каждой засоренной капельницы. Это повышает трудоемкость обслуживания системы.

Изобретение относится к технике полива и может найти применение на фермерских и крестьянских хозяйствах при поливе сельскохозяйственных культур.

Технический результат изобретения – снижение трудоемкости обслуживания системы и повышение надежности ее работы.

Технический результат достигается тем, что в модуле системы капельного орошения, включающем поливные трубопроводы с капельницами и питательный трубопровод, причем каждая капельница имеет корпус с регулирующим органом в виде эластичного пористого вкладыша и шайбы с водовыпускным отверстием, в каждой капельнице корпус снабжен вертикальной водовыпускной трубкой, соединяющей полость корпуса выше регулирующего органа с атмосферой, а на питательном трубопроводе установлен пневмогидроаккумулятор с напорным патрубком, имеющим запорный орган.

Задача изобретения – разработка модуля системы орошения, обеспечивающего снижение трудоемкости его обслуживания и повышение надежности работы.

Это достигается тем, что в модуле системы капельного орошения, включающем поливные трубопроводы с капельницами и питательный трубопровод, причем каждая капельница имеет корпус с регулирующим органом в виде эластичного пористого вкладыша и шайбы с водовыпускным отверстием, в каждой капельнице корпус снабжен вертикальной водовыпускной трубкой, соединяющей полость корпуса выше регулирующего органа с атмосферой, а на питательном трубопроводе установлен пневмогидроаккумулятор с напорным патрубком, имеющим запорный орган.

Вертикальным расположением выпускного канала достигается удаление ее засорений эластичного пористого вкладыша без демонтажа капельницы. Снабжением головной части системы пневмогидроаккумулятором, имеющим напорный патрубок с запорным органом и сообщенным с атмосферой через напорную сеть системы и вертикальные каналы корпуса капельниц, достигается снижение трудоемкости профилактической работы по очистке системы. При этом повышается и надежность работы системы.

Модуль системы капельного орошения (модуль СКО) состоит из поливных трубопроводов 1 с капельницами 2, распределительного трубопровода 3 с пневмогидроаккумулятором 4 и запорным органом 5 (рис. 1).

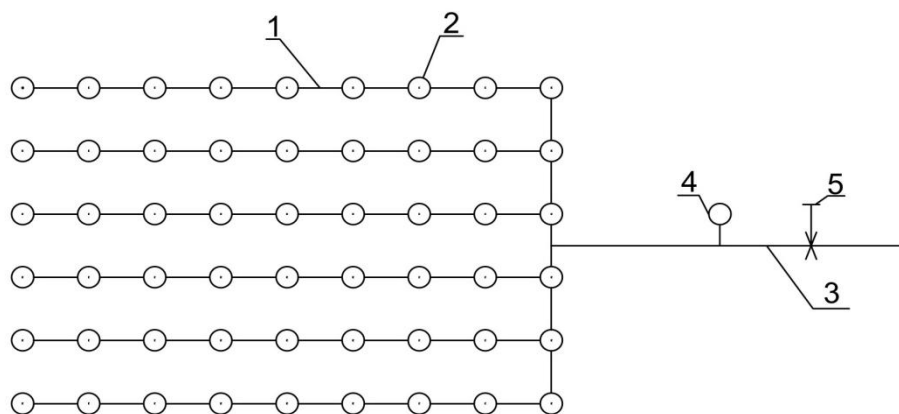


Рис.1. Модуль системы капельного орошения

Капельница включает корпус 6, снабженный вертикальным выпускным каналом 7, крышку 8, пористый вкладыш 9, фиксирующую шайбу 10 с отверстием и прокладку 11 (рис. 2). Вертикальный выпускной канал 7 имеет высоту, соответствующую максимальному значению рабочего напора системы.

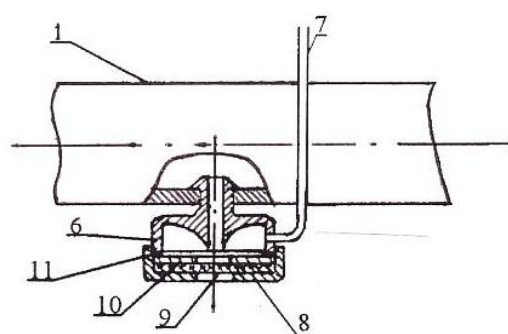


Рис.2. Капельница в разрезе

Пневмогидроаккумулятор (рис. 3) состоит из гидравлической 12 и пневматической 13 камер. Гидравлическая камера имеет соединительный патрубок 14, напорный патрубок 15 с запорным органом 16 и подсоединена к распределительному трубопроводу 3. Пневматическая камера 13 снабжена запорным органом 17, ниппелем 18 и редуктором 19.

Перед пуском системы в работу запорный орган 16 гидроаккумулятора 12 находится в открытом положении, а запорный орган 17 пневмоаккумулятора 13 – в закрытом положении.

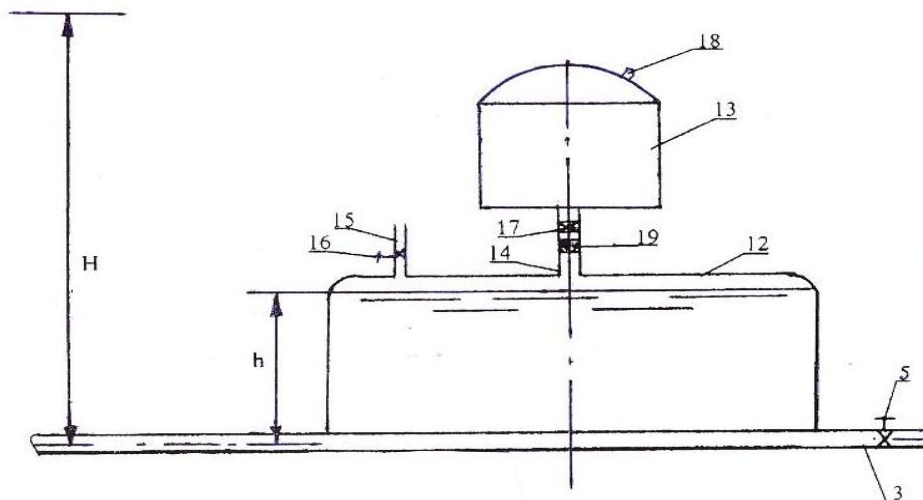


Рис. 3. Пневмогидроаккумулятор

С наступлением срока полива открывают запорный орган 5 распределительного трубопровода 3. При этом вода через гидроаккумулятор 12, распределительный трубопровод 3 поступает в поливные трубопроводы 1 системы, далее через капельницы подается к корневой системе растений в виде капель. Регулированием запорного органа 5 устанавливают рабочий напор h в системе. При этом, в зависимости от рельефа поливаемого участка, значения рабочего напора в отдельных капельницах могут быть разными. Неравномерность расхода воды через капельницы, возникшая за счет местного рельефа, устраняется изменением пористости вкладыша 9, путем регулирования степени сжатия его крышкой 8. Уровень напора воды в корпусе каждой капельницы в процессе полива находится в пределах высоты его выпускного канала 7.

В процессе эксплуатации системы частота профилактики по очистке ее капельниц назначается в зависимости от загрязнения оросительной воды. Для проведения очистки закрывают запорные органы 16 и 5 и открывают запорный орган 17 пневмоаккумулятора 13. При этом под воздействием давления воздуха в гидроаккумулятор 12 резко увеличивается напор в поливных трубопроводах 1 системы до нужного значения H (напор очистки системы). Этим будет достигнута эффективная очистка системы. Постоянный напор H поддерживается редуктором 19. Под действием этого напора вода, поступающая в корпус 6 капельницы, ударяется струями об вкладыш 9, промывая засорившиеся его поры и выводя загрязнения через выпускной канал 7 наружу.

Вытеснение воздухом воды из гидроаккумулятора 12 в поливные трубопроводы прекращают при достижении поверхности воды в нем отметки, ниже которой возможно проникновение воздуха 6 распределительный трубопровод 3. Для этого закрывают запорный орган 17, открывают запорные органы 16 и 5. При необходимости доочистки системы процесс можно повторить аналогичным образом.

После очистки регулированием запорного органа 5 устанавливают рабочее давление системы h .

При изменении водопотребности растений в период вегетационного полива расход воды через капельницы изменяют путем регулирования рабочего напора h системы.

Пневмогидроаккумулятор модуля СКО можно выполнить переносным для обслуживания им нескольких модулей системы. При этом уменьшается стоимость капельной системы. Переносная конструкция пневмогидро-аккумулятора должна быть малогабаритной и легкой. Такая характеристика ее зависит от необходимого объема воды, затрачиваемого для полной очистки капельниц системы, и технологии проведения профилактики по их очистке.

Для выбора оптимальных параметров пневмогидроаккумулятора принимают, что модуль СКО обслуживает S га площади и содержит $N_{\text{кап.}}$ капельниц. Для очистки одной капельницы затрачивается $W_{\text{л}}$ воды, тогда для промывки модульной системы потребуется объем воды:

$$V = W \cdot N_{\text{кап.}}, \text{ л.}, \quad (1)$$

Это объем гидроаккумулятора заполненной водой, а в пневмоаккумуляторе емкостью V_1 находится сжатый воздух.

Далее устанавливают, каково должно быть минимальное давление сжатого воздуха в пневмоаккумуляторе, чтобы полностью вытеснить воду из гидроаккумулятора в атмосферу через выпускной канал капельницы в виде струи, создавая постоянный напор очистки H (с помощью редуктора) в поливном трубопроводе. Решение задачи основано на законе Бойля-Мариотта (при постоянной температуре воздуха и воды).

Пусть P_1 и V_1 - давление и объем сжатого воздуха до расширения, P_2 и V_2 давление и объем в тот момент, когда он, вытеснив воду до нижнего рабочего горизонта гидроаккумулятора, займет объем обеих камер пневмоаккумулятора, тогда

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, \quad (2)$$

Рассмотрим каждый из параметров воздуха для выяснения, какие из них нужно представить в развернутом виде. Давление P_1 требуется определить по условию задачи, объем V_1 задан - он равен объему пневмоаккумулятора со сжатым воздухом, давление P_2 устанавливают, исходя из следующих соображений. Чтобы вытеснить воду из гидроаккумулятора, воздух во втором состоянии должен находиться под давлением, большим или равным гидростатическому давлению, соответствующее напору H в поливном трубопроводе, т.е.

$$P_2 = P_a + p \cdot g \cdot H, \quad (3)$$

где, p - плотность воды; P_a - атмосферное давление; g - ускорение свободного падения тела.

Остается выразить объем V_2 . Он равен суммарной емкости пневмоаккумулятора и гидроаккумулятора:

$$V_2 = V_1 + V, \quad (4)$$

Подставляя выражения для P_2 и V_2 в формулу закона Бойля-Мариотта, получим уравнение газового состояния в окончательном виде:

$$P_1 \cdot V_1 = (P_a + p \cdot g \cdot H)(V_1 + V), \quad (5)$$

откуда начальное давление в пневмогидроаккумуляторе со сжатым воздухом должно быть равно:

$$P_1 \frac{V+V_1}{V_1} (P_a + p \cdot g \cdot H), \quad (6)$$

Расчет. Принимаем, что модуль СКО обслуживает 0,01 га (модуль СКО - 0,01), количество капельниц $N_{\text{кап}}$ - 100 шт, объем воды, необходимый для промывки одной капельницы $W=0,15$ л, напор в поливных трубопроводах при очистке системы $H=2,0$ м.

Норма промывки системы составит: $V=W \cdot N_{\text{кап}}=0,15 \cdot 100=15$ л.

Тогда объем гидроаккумулятора составит 15 л.

Объем V_1 задан - принимаем баллон для транспортировки газа «пропан» с объемом 5,0 л.

Требуется определить давление P_1 .

Принимая, что очистка системы происходит при напоре $H=2,0$ м в трубопроводе, определяем значение необходимого максимального давления сжатого воздуха в пневмоаккумуляторе по формуле (6):

$$\begin{aligned} P_1 \frac{V + V_1}{V_1} (Pa + \rho \cdot g \cdot H) &= \frac{V + V_1}{V_1} (Pa + \gamma \cdot H) \\ &= \frac{15,0 \cdot 10^{-3} + 5,0 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-3}} (9,81 \cdot 10^4 \text{н/м}^2 + 9810 \text{н/м}^3 \cdot 2,0 \text{м}) \\ &= \frac{20,0}{5,0} (98100 + 19620) = 470880 \text{н/м}^2; \end{aligned}$$

$$P_1 = 4,7 \text{ атм.}$$

Используя баллон с емкостью 5,0 л под сжатый воздух с давлением 4,7атм (применяя редуктор, обеспечивающий 23,5 кратное уменьшение давления на его выходе), можно произвести очистку с разовой нормой промыва 15 л.

Выводы. Модуль системы капельного орошения, включающий поливные трубопроводы с капельницами и питательный трубопровод, причем каждая капельница имеет корпус с регулирующим органом в виде эластичного пористого вкладыша и шайбы с водовыпускным отверстием, отличающийся тем, что в каждой капельнице корпус снабжен вертикальной водовыпускной трубкой, соединяющей полость корпуса выше регулирующего органа с атмосферой, а на питательном трубопроводе установлен пневмогидро-аккумулятор с напорным патрубком, имеющим запорный орган.

Библиографический список

1. Калашников А. А., Кандрин Н. И., Жарков В. А., Гричаная Т. С., Куртебаев Б. М., Ким В. В. Система капельного орошения. Патент №24641. А01G 25/02 (2010.1). 17.10.2011, бюл. №10.

2. Козыкеева А. Т., Жатканбаева А. О. Система капельного орошения для предгорных зон с небольшим поверхностным перепадом воды // Мелиорация и водное хозяйство. №1 январь-февраль. Москва-2016. С. 37-39.

3. Козыкеева А. Т., Жатканбаева А. О. Методика определения параметров капельного орошения сельскохозяйственных культур // Издестер, нэтижелер. Исследования, результаты. №4, 2015. С. 118-125.

4. Бородычев В. В. Современные технологии капельного орошения овощных культур. Волгоград-2010г. С. 23-36.

5. *Зубаиров О. З., Таттибаев А. А., Жатканбаева А. О., Таттибаев Х. А.* Безнапорная система капельного орошения (БСКО). Патент №20096. А01G 25/02 (2006.01). 15.10.2008., бюл. №10.

6. *Зубаиров О. З., Таттибаев А. А., Жатканбаева А. О., Таттибаев Х. А.* Модуль системы капельного орошения. Патент №17493. А01G 25/02. 14.07.2006., бюл. №7.