

А. Н. Юрин, С. П. Кострома

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЯЕМОГО КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА

Аннотация. В данной статье приведен анализ существующих систем управляемого капельного полива.
Ключевые слова: капельный полив, орошение, исследования, параметры.

A. N. Yuryn, S. P. Kostroma

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: anton-jurin@rambler.ru*

ANALYSIS OF EXISTING CONTROLLED DRIP IRRIGATION SYSTEMS

Abstract. This article provides an analysis of existing managed systems drip irrigation.

Keywords: drip irrigation, irrigation, research, parameters.

Введение

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур с хорошими потребительскими качествами в открытом грунте невозможно без достаточного количества влаги в почве в течение вегетационного периода. По данным исследований, проведенных в Беларуси, содержание влаги в корнеобитаемом слое растений за последние 10 лет составило лишь 40–60 % от потребности. Недостаток воды в летний период в 2–3 раза сокращает продуктивный период сельскохозяйственных культур, что ведет к снижению урожайности. Поэтому необходимо проводить орошение сельскохозяйственных культур.

Многочисленные научные исследования и производственные данные хозяйств убедительно говорят о том, что орошение плодовых культур в засушливые годы высокоэффективно. По данным РУП «Институт пловодства» в условиях Беларуси при проведении орошения можно устойчиво получать среднесезонные прибавки сбора плодов до 100 %. В засушливые годы биологический эффект от искусственного полива значительно выше. Это позволяет окупить оросительную технику за один-два года. Данный расчет ориентирован на среднесезонные и среднереспубликанские условия. Еще больший эффект от искусственного полива может быть получен на юге Беларуси, где в острозасушливый год (повторяемостью один раз в 10 лет) примерно вдвое возрастают дефициты почвенной влаги.

При орошении дождеванием до 50 % воды растениями не используется, что ведет к повышенным затратам воды и электроэнергии. В связи с этим требуется разработка и внедрение таких оросительных систем, которые обеспечат экономическую эффективность для экосистем, использующих воду. Очевидно, что эффективным преодолением этой проблемы будет увеличение урожайности плодовых деревьев, требующих меньшего количества водных ресурсов, почвы и энергии.

Поэтому на современном этапе необходимо ориентироваться на разработку оросительных систем нового поколения. Основная тенденция – создание управляемого автоматизированного производительного водо- и энергосберегающего оборудования для орошения при минимизации материально-технических, трудовых ресурсов и максимизации критериев безопасности, надежности, экологичности.

Основная часть

Применение современных систем капельного полива должно обеспечивать:

- необходимые оптимальные условия для возделывания плодовых культур и получение высоких урожаев с хорошим качеством плодов;
- сохранение структуры почвы;
- проведение поливов на единицу площади с минимальными затратами воды;
- отсутствие возникновения причин водной эрозии;
- механизацию и автоматизацию процесса полива;
- регулирование в определенном диапазоне водного, питательного и воздушного режимов почвы и растений;
- повышение степени надежности и коэффициента полезного действия оросительных систем;
- уменьшение энергетических затрат.

В настоящее время исследования по применению капельного орошения в плодоводстве проводятся очень активно. Еще в XIX веке для орошения садов в Калифорнии применялось капельное орошение. При этом для подвода воды к саду закладывался магистральный трубопровод диаметром 0,15 м. К данной трубе присоединялись боковые отводы диаметром 0,07 м. Эти отводы располагались под почвой вдоль деревьев. Для распределения влаги около каждого дерева для увлажнения почвы монтировался клапан. В результате полученных данных было уточнено, что в основном увлажнение происходит в слое почвы глубиной 0,1–1,0 м. Смыкание контуров увлажнения было достигнуто при поливных нормах 700–900 м³/га. При поддержании влажности 80 % НВ в средне-сухие и сухие годы проводилось два полива с поливной нормой 800–900 м³/га и три полива нормой 1400–1800 м³/га соответственно. Для создания необходимого количества влаги в почве во все годы исследований был запланирован влагозарядковый полив (осенний) нормой 700–800 м³/га. В результате этого при экономном расходовании воды за 4 года исследований урожайность яблоневого сада в среднем составила 12 т/га и все деревья имели хороший вегетативный прирост [1].

В конце XX века в Израиле полевые исследования с применением капельного орошения при использовании соленой воды для полива в грушевом саду показали возможность получения стабильных урожаев. Было установлено, что при капельном орошении распределение влажности лучше приспособлено к характеру распределения корней в почве по сравнению с традиционными способами полива.

Широкомасштабное распространение систем капельного орошения плодовых и овощных культур началось в 70-х годах XX в. как в развитых, так и в развивающихся странах. В настоящее время в мире капельный способ орошения используется на площади более 2 млн га сельскохозяйственных земель преимущественно для возделывания садов, виноградников, ягодников, овощных и декоративных культур.

Опыты В. И. Железко, А. В. Моисеенко, проведенные в яблоневом саду на карликовом подвое с системой капельного орошения в ОАО «Александровское» в Шкловском районе Могилевской области, показали, что одним из основных путей совершенствования водного режима при капельном орошении является снижение потерь влаги на транспирацию растениями и физическое испарение. Поддержание уровня влажности от 80 до 85 % НВ вызывает транспирацию, приблизительно равную испаряемости. При этом коэффициент водопотребления для получения урожая яблок в 220 ц/га составляет 18,4 м³/га. Не рекомендуется допускать снижения влажности почвы в яблоневом саду до 70 % НВ более чем на трое суток [2]. Для уменьшения непродуктивных затрат влаги следует скашивать травянистую растительность в междурядьях.

В общем виде конструкция системы капельного полива представляет собой сложную структуру и состоит из следующих основных элементов:

- 1) источник орошения;
- 2) насосная станция;
- 3) фильтрационная станция;
- 4) узел внесения удобрений и химреагентов с поливной водой;
- 5) сеть магистральных, распределительных, участковых трубопроводов;

- 6) поливные трубопроводы;
- 7) соединительные детали;
- 8) запорно-регулирующая и предупредительная арматура;
- 9) средство учета воды;
- 10) узел автоматического управления системой.

При этом в качестве источника орошения можно применять воду из каналов, рек, озер, прудов, буровых скважин, напорных водопроводных сетей. В зависимости от типа источника орошения качество воды будет разным. Поэтому применяются различные фильтры, предназначенные для удаления из воды механических и биологических зависших примесей разной дисперсности, и приведение ее качества к параметрам, которые определены капельницами. В зависимости от качества воды в водоисточнике фильтры могут состоять из гравийно-песчаных, сетчатых, дисковых фильтров и гидроциклонов.

Учитывая вышесказанное, можно анализировать каждый элемент системы капельного орошения отдельно:

- насосная станция предназначена для забора расчетного количества воды из источника орошения и подачи ее под необходимым давлением в оросительную сеть;
- узел внесения удобрений и химреагентов предназначен для дозированного введения в поливную воду водорастворимых или редких комплексных удобрений, средств защиты растений и веществ для профилактического промывания поливной сети. Он может состоять из инжектора, удобрительной головки или дозатора, а также емкости для приготовления раствора удобрений;
- к запорно-регулирующей и предупредительной арматурам относятся задвижки, гидро- или электроклапаны, обратные клапаны, регуляторы давления, вантузы, заглушки;
- узел автоматического управления системой с помощью контролера руководит процессами водораспределения на системе, работой насосно-силового оборудования, процессом промывания фильтров и внесением удобрений.

На рис. 1 изображена система капельного полива.

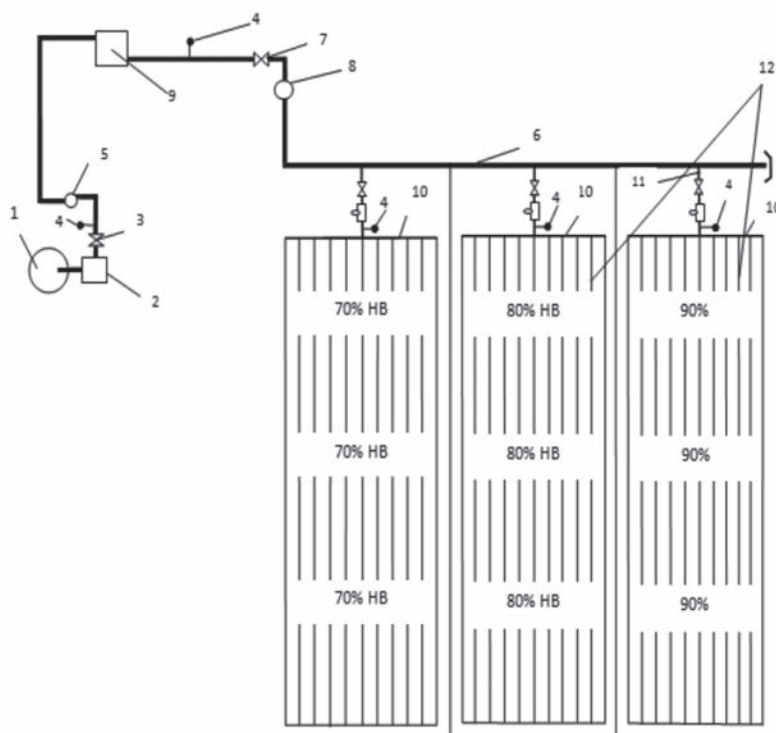


Рис. 1. Система капельного полива: 1 – водоисточник; 2 – насосная станция; 3 – запорная арматура; 4 – манометр; 5 – гидроциклон; 6 – распределительный трубопровод; 7 – вентиль; 8 – сетчатый фильтр; 9 – песчано-гравийный фильтр; 10 – оросительный трубопровод; 11 – переходник; 12 – капельные линии с водовыпусками

Для устройства магистральных, распределительных и участковых трубопроводов используют полиэтиленовые и поливинилхлоридные трубы разного диаметра с разным рабочим давлением.

Пройдя очистку, вода системой магистральных, распределительных и участковых трубопроводов подается на поливной участок. На поливном участке вода распределяется поливными трубопроводами и через капельные линии подается в корневую систему растений.

Надежность работы системы капельного орошения определяется надежностью ее основных элементов, к которым относятся капельницы и узел подготовки воды, т. е. очищение воды.

С целью повышения качества полива сельскохозяйственных культур за счет равномерной раздачи поливных норм по длине трубопровода, обеспечиваемой путем компенсации потерь напора в полости трубопровода, была разработана оросительная система (рис. 2) [3].

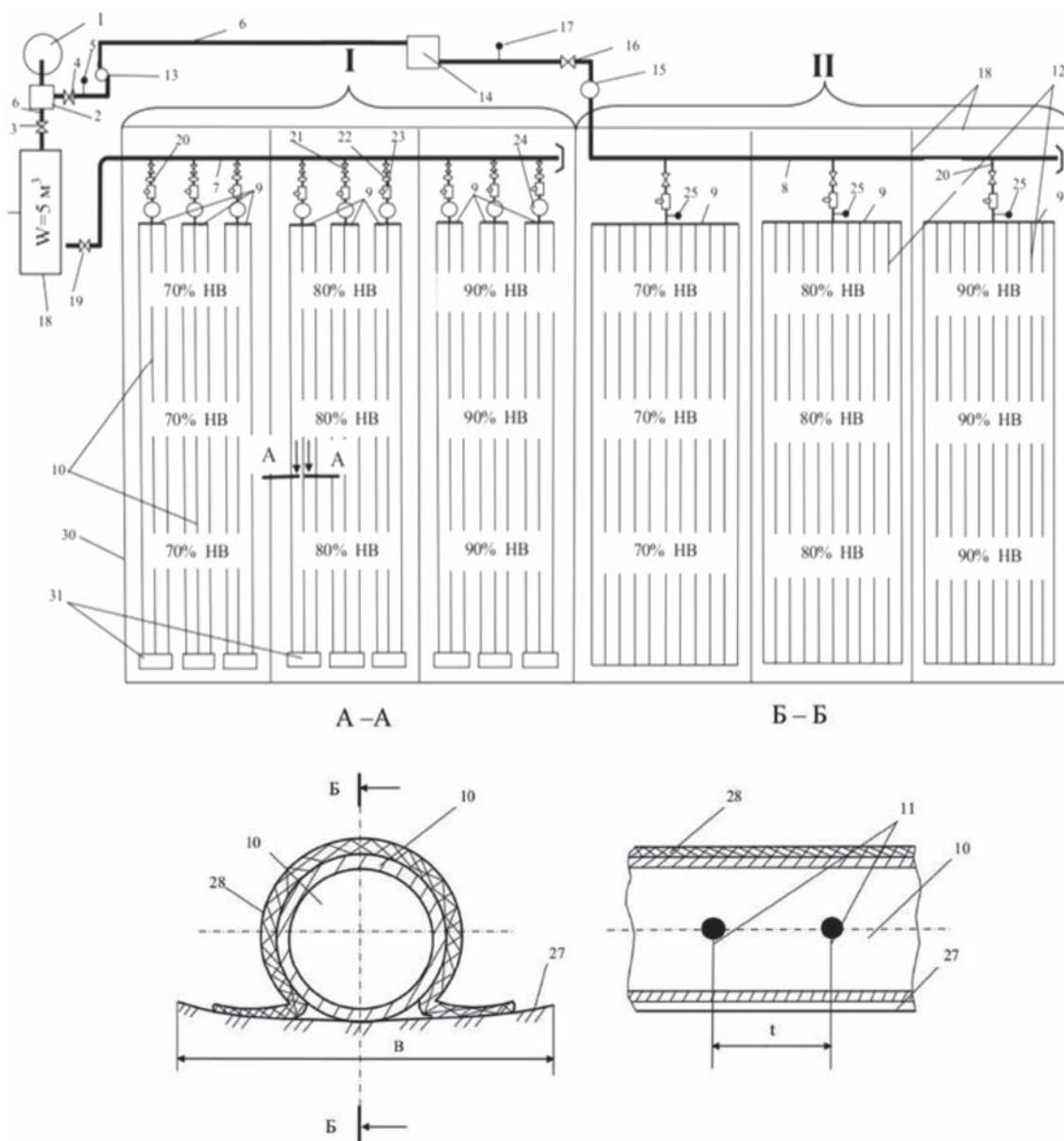


Рис. 2. Система капельного полива: 1 – водоисточник; 2 – насосная станция; 3, 4 – запорная арматура; 5, 17, 25 – манометр; 6 – магистральный трубопровод; 7, 8 – распределительные трубопроводы; 9 – оросительные трубопроводы; 10 – увлажнители; 11 – полиэтиленовые трубы с перфорациями; 12 – гибкие поливные трубопроводы; 13 – гидроциклон; 14 – песчано-гравийный фильтр; 15 – сетчатый фильтр; 16, 19 – вентиль; 18 – напорный резервуар; 20 – переходник; 21 – запорная арматура; 22 – фильтр тонкой очистки; 23 – счетчик расхода очищенной поливной воды; 24 – напорно-регулирующее устройство; 26 – гидропневмоаккумулятор; 27 – экран; 28 – выравниватель потока воды; 30 – горизонталь рельефа; 31 – колодцы

Оросительная система включает водоисточник 1, насосную станцию 2 с запорной арматурой 3 и 4 и манометром 5, магистральный трубопровод 6, последовательно установленные распределительные трубопроводы 7 и 8 внутрипочвенного орошения (I) и капельного орошения (II), параллельно установленные по длине распределительных трубопроводов оросительные трубопроводы 9.

Перпендикулярно оросительным трубопроводам внутрипочвенно и поверхностно с заданным шагом размещены увлажнители 10 в виде полиэтиленовых труб с перфорациями 11 внутрипочвенного орошения, и гибкие поливные трубопроводы 12 с капельными водовыпусками капельного орошения. В магистральном трубопроводе капельного орошения смонтированы гидроциклон 13, песчано-гравийный фильтр 14, сетчатый фильтр 15, вентиль 16 и манометр 17.

Напорный резервуар 18 посредством запорной арматуры соединен с магистральным трубопроводом, а с распределительным трубопроводом внутрипочвенного орошения – посредством вентиля 19.

В каждом переходнике 20 между распределительным трубопроводом и оросительным трубопроводом последовательно смонтированы запорная арматура 21, фильтр тонкой очистки 22, счетчик расхода очищенной поливной воды 23 и напорно-регулирующее устройство 24, а также манометр 25. Напорный резервуар снабжен гидропневмоаккумулятором 26, который поддерживает рабочее давление воды в резервуаре 18.

Гидропневмоаккумулятор 26 электрически связан с насосной станцией и поддерживает требуемый объем воды в напорном резервуаре и рабочее давление в распределительном трубопроводе.

Под каждым увлажнителем размещен водонепроницаемый экран 27. Экран 27 шириной B выполнен из полиэтиленовой пленки толщиной 1,2–1,6 мм и шириной до 400 мм. Экран уложен на дне канавы на глубине до 0,6 м от поверхности. Над трубой увлажнителя установлен выравниватель потока воды 28 в виде полиэтиленовой пленки той же толщины, но армированной газонаполненным пластиком. Толщина слоя пластика – 30–50 мм. Внутренний диаметр трубы увлажнителя 10 равен 35 мм, а внешний диаметр – 40 мм. Шаг t между перфорациями равен 150 мм. Увлажнители и гибкие поливные трубопроводы внутрипочвенного и капельного орошения размещены вдоль горизонталей рельефа 30 прямолинейно вдоль полевой дороги при ведении механизированных технологических операций. Увлажнители на участке внутрипочвенного орошения заканчиваются колодцами для осуществления промывки. Концы гибких поливных трубопроводов закрыты водовыпусками.

Оросительная система функционирует следующим образом. При открытом вентиле 3 вода поступает в напорный резервуар 18, при этом вентиль 19 на распределительном трубопроводе 7 закрыт.

В воздушном колпаке создают давление воздуха, позволяющее выдерживать рабочее давление воды в напорном резервуаре 18 в пределах 0,02 МПа при полностью заполненном и при опорожненном резервуаре 18 до 90 %. Гидропневмоаккумулятор электрически соединен с насосной станцией 2, и при опорожнении резервуара 18 до 90 % синхронно открывается вентиль 3 и включается в работу насосная станция 2. При открытии вентиля 19 вода заполняет полость распределительного трубопровода 7, при открытии запорной арматуры 21 на переходниках 20 вода поступает в увлажнители 10. В колодцах 31 открывают водовыпуски на концах увлажнителей 10. Сор, взвеси, шлам из увлажнителей 10, трубопроводов 7, и переходников 20, запорной арматуры 21, фильтра 22, счетчика 23 и устройства 24 сливается в колодцы 31. Далее водовыпуски на концах увлажнителей 10 закрывают.

Для включения полива включают в работу увлажнители 10. При поступлении оросительной воды в полость каждого увлажнителя 10 она через перфорации 11 поступает в слой газонаполненного пластика выравнивателя потока воды 28. Вода заполняет поры газонаполненного пластика выравнивателя и равномерно между перфорациями за счет гравитационной силы опускается на водонепроницаемый экран 27. Прослойкой газонаполненного пластика вода с экрана 27 выводится на полосу шириной B . За счет капилляров в пахотном слое вода пронизывает корнеобитаемый горизонт снизу вверх, доставляя воду к корням плодовых деревьев. Для полива в период вегетации плодовых культур на участке I внутрипочвенного орошения достаточно отслеживать показания счетчика 23, расхода очищенной поливной воды и при необходимости запорной арматурой 21 вно-

сить соответствующие коррективы. В то же время на участке II проводят раскладку гибких поливных трубопроводов 12 от оросительных трубопроводов 9. Концы трубопроводов 12 фиксируют цанговыми захватами на ниппелях оросительного трубопровода.

Оросительная вода из насосной станции 2 через запорную арматуру поступает в гидроциклон 13, где удаляются из воды взвеси и сор. После первой ступени очистки вода направляется в магистральный трубопровод 6 и поступает в полость песчано-гравийного фильтра 14. Из воды удаляются сор с частицами до 0,5 мм. При открытом вентиле 16 вода поступает в третью ступень очистки – в сетчатый фильтр 15. После очистки оросительной воды в ней остаются взвеси размером менее 200 мкм. Из распределительного трубопровода 8 поток воды по переходникам 20 направляется в оросительные трубопроводы 9 и соответственно в гибкие поливные трубопроводы 12. Равномерно поступая из водовыпусков трубопроводов 12, оросительная вода увлажняет верхний слой почвы. Увлажнители 10 и гибкие поливные трубопроводы 12, работая в разное время суток, исключают пиковые нагрузки на насосную станцию 2.

Также существует системы капельного полива с модулем электрохимической обработки оросительной воды [3]. В плане конструкции предлагаемая техническая система отличается от классических систем капельного орошения наличием установки для электрохимической обработки воды. С точки зрения компоновки системы установка для электрохимической обработки воды входит в состав комплекса водоподготовки. Собственно, сам комплекс водоподготовки в этом случае выполняется по многоступенчатой схеме, каждая из ступеней выполняет специализированную функцию водоподготовки.

По конструктивному исполнению сегодня рассматриваются варианты с территориально объединенной и территориально разнесенной схемой водоподготовки (рис. 3). Установка для электрохимической обработки воды территориально объединена с классическим комплексом водоподготовки, включающим фильтры грубой и тонкой очистки воды, а также установки для подготовки и введения в систему растворов различных агрохимикатов. Установка для электрохимической обработки воды в этом случае размещается между конструкциями системы водоочистки и конструкциями агрохимической водоподготовки. При этом электрохимической обработке подвергается природная оросительная вода, а растворы минеральных удобрений и других агрохимикатов готовятся уже на основе электрохимически обработанной воды.

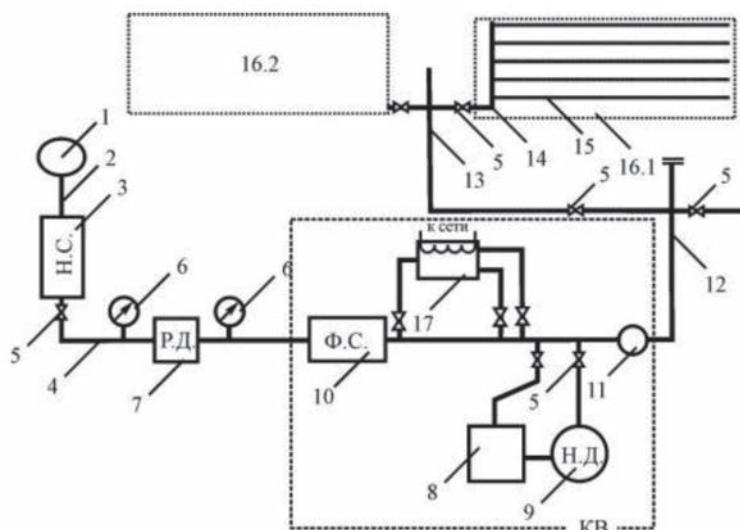


Рис. 3. Система капельного орошения с модулем электрохимической обработки оросительной воды:
 1 – водоисточник; 2 – всасывающая линия; 3 – насосная станция; 4 – напорная линия; 5 – запорный вентиль;
 6 – манометр; 7 – регулятор давления; 8 – емкость для приготовления питательного раствора; 9 – насос-дозатор;
 10 – фильтростанция; 11 – счетчик-водомер; 12 – магистральный трубопровод; 13 – распределитель 1-го порядка;
 14 – распределитель последнего порядка; 15 – поливной трубопровод с капельницами; 16.1, 16.2 – поливные модули системы капельного орошения; 17 – модуль электрохимической обработки воды; 18 – дополнительный модуль приготовления питательного раствора

При размещении установки для электрохимической обработки оросительной воды после узла введения агрохимикатов существенно сужается спектр возможного применения химических соединений. Это обусловлено опасностью образования высокореагентных соединений в результате электролиза подготовленного раствора.

В целом применение капельного орошения благоприятно влияет на общее развитие плодовых деревьев, оказывает снижение периодичности плодоношения, способствует повышению зимостойкости и приживаемости их саженцев, что позволяет получать стабильные урожаи с хорошим качеством плодов.

При строительстве систем капельного орошения следует учитывать большую материалоемкость и значительные капиталовложения. В связи с этим для снижения стоимости систем капельного орошения необходимо продолжать дальнейшие исследования, направленные на увеличение их экономической эффективности и совершенствование методов расчета режима и техники полива.

Заключение

Проведен анализ существующих систем управляемого капельного полива. По результатам исследований сделаны следующие выводы.

1. В общем виде конструкция системы управляемого капельного полива представляет собой сложную структуру и состоит из следующих основных элементов:

- источник орошения;
- насосная станция;
- фильтрационная станция;
- узел внесения удобрений и химреагентов с поливной водой;
- сеть магистральных, распределительных, участковых трубопроводов;
- поливные трубопроводы;
- соединительные детали;
- запорно-регулирующая и предупредительная арматура;
- средство учета воды;
- узел автоматического управления системой.

2. В качестве источника орошения можно применять воду из каналов, рек, озер, прудов, буровых скважин, напорных водопроводных сетей. В зависимости от источника орошения качество воды будет разным. Поэтому применяются различные фильтры, предназначенные для удаления из воды механических и биологических зависших примесей разной дисперсности и доведения ее качества до параметров, которые определены капельницами. В зависимости от качества воды в водоисточнике фильтры могут состоять из гравийно-песчаных, сетчатых, дисковых фильтров и гидроциклонов.

Список использованных источников

1. Современные перспективные водосберегающие способы полива в Нижнем Поволжье / М. С. Григоров [и др.]. – Волгоград: ВГСХА, 2010. – 244 с.
2. Желязко, В. И. Влажность почвы в яблоневом саду при капельном орошении / В. И. Желязко, А. В. Моисеенко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ, 2010. – Вып. 4. – С. 431–435.
- 3 Овчинников, А. С. Совершенствование технических средств капельного и внутривидового орошения / А. С. Овчинников, В. С. Бочарников, М. П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2 (26). – С. 1–6.