

## Тема: «Капельное орошение»

Цели и задачи: ознакомиться с капельным орошением, уметь рассчитать элементы техники полива.

План:

1. Понятие и виды капельного орошения
2. Технология и устройство
3. Проектирование капельного орошения (на примере Жанибекского района Западно-Казахстанской области)

Капельное орошение является особой разновидностью внутрипочвенного орошения, при котором поливная вода по трубопроводам через капельницы-водовыпуски подается малыми расходами или каплями непосредственно в корнеобитаемую зону растений.

Капельным орошением называется строго направленная подача к корням растений в чрезвычайно малых (капля за каплей) количествах воды, смешанной с удобрениями, при помощи помещенных в грунт или находящихся на поверхности почвы или над ней специальных устройств-капельниц (дозаторов). Расход их 0,2-10 л/ч при напоре  $H=8-28$  м.

Позволяет получить значительную экономию воды и других ресурсов (удобрений, трудовых затрат, энергии и трубопроводов). Капельное орошение также даёт другие преимущества (более ранний урожай, предотвращение эрозии почвы, уменьшение вероятности распространения болезней и сорняков).

Широкое использование метод впервые получил в разработке Симхи Бласса в Израиле, где в условиях дефицита воды в 1950-х годах начались опыты по внедрению системы капельного орошения.

Изначально получило распространение в тепличном производстве, но на сегодня уже широко используется и в открытом грунте для выращивания овощей, фруктов и винограда, а также озеленения. Наибольший эффект применение капельного орошения даёт в зонах недостаточного увлажнения.

Со второй половины XX столетия в практику оросительных мелиораций широко и во всё возрастающих объёмах внедряется технология капельного орошения, которая в настоящее время определена в качестве перспективного и высокоэффективного способа искусственного увлажнения посевов и посадок сельскохозяйственных, декоративных и средозащитных растений. Технологию капельного полива отличает рациональность и эффективность в использовании земли, почвы, воды, агрохимических препаратов, удобрений, энергии и труда, экологичность и экономичность реализации технологических процессов при высоком уровне автоматизации полива. Капельное орошение относится к технологии малообъёмного и локального полива растений, принципиально отличающейся от макрообъёмных (по водоподаче) технологий чекового, полосового, бороздового и дождевого орошения, и предусматривает медленную («покапельную») и продолжительную (во времени) подачу поливной воды или поливного раствора в строго определённую корнеобитаемую зону почвенного пространства (ризосферы). В процессе развития этой технологии полива совершенствовались технические средства, оборудование и системы её реализации, но принцип капельной («покапельной») подачи поливной воды в строго определённую локальную зону ризосферы растений оставался неизменным и соответствующим изначально предложенному и общепринятому. Успешная реализация указанного принципа локального и малообъёмного полива растений радикально изменила представления и подходы специалистов – агро- и гидромелиораторов к формированию и функционированию естественно функционирующего комплекса «растение – почва и вода» (от периодического (запасного) влагонасыщения всей (потенциально возможной) области питания растений к строго дозированному и своевременному (по водопотребности) увлажнению определённой части ризосферы).

Термин капельное орошение (микроирригация) используется для определения такого способа полива, который характеризуется следующими принципами:

1. Полив осуществляется при низком расходе воды.
2. Полив осуществляется относительно длительный период времени.
3. Полив может осуществляться в заранее запланированных интервалах.
4. Полив осуществляется при относительно низком давлении.
5. Полив осуществляется непосредственно в ту зону почвы, где находится корневая система растения.

При капельном орошении вода подается к растениям при помощи сети магистральных водопроводов, их ответвлений и капельных лент со встроенными капельницами (эмиттерами). Каждая капельница подает к корневой системе растения определенное, точное количество воды и минеральных удобрений. Вода и питательные вещества попадают в почву непосредственно через капельницы. Далее вода проходит к корневой системе благодаря силе тяжести и капиллярному взаимодействию. Таким образом, подача воды и питательных средств происходит непрерывно, гарантируя, что растения будут получать их в достаточном количестве. А это, в свою очередь, обеспечит своевременный и высокий урожай агрокультур.

Преимущества: экономия оросительной воды; локальное увлажнение почвы; не требуется планировка; возможна подача вместе с оросительной водой удобрений; незначительны энергозатраты; отсутствует необходимость в дренаже.

Недостатки: засорение отверстий капельниц примесями и отложениями солей; неравномерность распределения воды при значительных площадях системы; повреждение пластмассовых трубопроводов грызунами; высокая стоимость.

Системы капельного орошения имеют ряд недостатков: сравнительно высокую первоначальную стоимость; не регулируется микроклимат—этот важный фактор жизни растений; пластмассовые трубопроводы малых диаметров склонны к закупорке.

Закупорка трубопроводов малых диаметров происходит в результате загрязнения поливной воды, биологических и химических процессов, протекающих при малых скоростях воды в трубах и благоприятных температурных условиях. Эффективность работы системы сильно зависит от степени очистки воды от механических примесей, растворенных веществ и водорослей. Для борьбы с водорослями рекомендуют добавлять в воду медный купорос в количестве 1 мг/л, хорошо растворенный в воде. Указанная норма купороса безвредна для скота, рыбы и орошаемых культур. Для очистки воды от наносов разной крупности и органических веществ применяют фильтры разных конструкций.

При капельном орошении за счет снижения потерь на испарение экономится вода, что особенно важно для засушливых районов и при недостаточных запасах воды в источнике орошения, не надо проводить планировки поверхности земли, с водой можно вносить и удобрения, сохраняется высокая аэрация почвы.

В систему капельного орошения входят водоисточник, контрольно-распределительный блок (КБР), магистральный трубопровод, распределительные трубопроводы (ПТ), отводы от ПТ, капельницы (дозаторы). В свою очередь, контрольно-распределительный блок включает насос, фильтр, манометры перед фильтром и за ним, регулятор расхода и давления, блок-смеситель удобрений, инжектор для впрыскивания раствора удобрений.

Системы капельного орошения работают обычно при напоре до 30 м, поэтому такой напор целесообразно создавать центробежными насосами.

Наиболее эффективны низконапорные системы, позволяющий применять капельницы большого диаметра, а также более дешевые трубы и соединения. Реже применяют самотечные системы капельного орошения.

Капельное орошение применяют для различных насаждений, а также для пропашных культур.

Основная схема системы капельного орошения:

1 — водозаборный узел; 2 — напоробразующий узел; 3 — головная задвижка; 4 — фильтр; 5 — водомерное устройство; 6 — манометр; 7 — каналы связи; 8 — подкормщик; 9 — магистральный трубопровод; 10 — распределительный трубопровод; 11 — дистанционно управляемая задвижка; 12 — оросительные трубопроводы; 13 — микроводовыпуски (капельницы); 14 — датчик необходимости полива; 15 — пульт управления

Для удобрения почв в оросительные трубопроводы подается раствор из бака-смесителя. Достоинства капельного орошения – возможность непрерывной подачи воды в корнеобитаемый слой, экономия ее на 25 – 75% по сравнению с дождеванием (что позволяет применять орошения в условиях недостатка воды), исключение водной эрозии почв, снижение эксплуатационных затрат, повышение эффективности орошения. Капельные оросительные системы быстрее окупаются на участках с овощными культурами и плодоягодными садами.

К элементам техники капельного орошения относятся:

очаг увлажнения; контур увлажнения;

расход капельницы;

количество и схема расположения точек водоподачи;

равномерность распределения оросительной воды капельницами;

схема расположения капельниц по площади; площадь увлажнения.

При капельном орошении существенно изменяется агротехника: поливаемых культур: сокращается число обработок почвы, меняются сроки их проведения, снижается применение гербицидов. Медленное течение воды по сети тонких полимерных трубопроводов обеспечивает естественный подогрев ее при использовании для орошения холодных подземных вод.

Капельное орошение — прогрессивный способ полива многолетних насаждений, поэтому его целесообразно внедрять в производство там, где другие способы орошения применить трудно.

Капельницы можно располагать в стенках трубы или присоединять к ней через шланги и клапаны. Расстояние между ними принимается в зависимости от орошаемой культуры и водно-физических свойств почвы. Вода поступает в капельницы из труб, трубы укладываются на поверхность почвы вдоль рядов орошаемой культуры. Их можно заменить шлангами, соединяющими короткие трубы с капельницами. Оросительные трубы можно укладывать и в почву с выводом капельниц на поверхность. Расположение капельниц на поверхности почвы облегчает их очистку при засорении. Почва может увлажняться непрерывно или периодически. Оросительные трубы (шланги) получают воду из оросительной сети, которая берет ее из подводящих труб. В проводящую сеть вода попадает из отстойников с фильтрами, куда она подается под напором насосной станцией, забирающей ее из вод источника. Капельницы могут работать только при поступлении чистой воды.

В зависимости от нахождения оборудования на участке различают системы капельного орошения: стационарные, стационарно-сезонные и односезонного использования.

По размещению относительно поверхности почвы системы капельного орошения могут быть наземными, надземными и подземными.

По степени автоматизации они бывают автоматическими, автоматизированными и с ручным управлением.

По соответствию интенсивности водоподачи и водопотребления системы капельного орошения делятся на абсолютно синхронные, синхронные в суточном цикле и полусинхронные.

По пространственным контактам вода-почва они подразделяются на обусловленный очаг увлажнения, формируемый на поверхности почвы и ниже на очаг увлажнения,

смыкающийся в одном направлении на поверхности почвы и ниже. Очаги увлажнения, смыкающийся в двух направлениях, формируются на поверхности почвы и ниже ее.

По временным контактам вода-почва они могут быть с непрерывной водоподачей в сезонном цикле, в суточном цикле и с полунепрерывной водоподачей.

По режиму истечения системы капельного орошения бывают капельными (капельницы типа «Молдавия-1», «Украина» и др.), мелкоструйными («Таврия-1») и периодического порционного истечения («Коломна-1»).

По техническому решению гашения напора они делятся с местным дорсселированием с путевыми гидравлическими сопротивлениями, с вихревой камерой, комбинированного действия, с аккумулярованием объемов воды и периодической подачей ее в очаг увлажнения.

По регулированию расхода системы капельного орошения бывают нерегулируемыми и регулируемые автоматические по сигналу с головы системы.

По очистке выходного канала они делятся на неочищаемые, с периодической ручкой очисткой и самоочищающиеся.

По характеру соединения капельниц с полевым трубопроводом системы бывают с последовательными и параллельными соединениями.

#### Технология и устройство

Система капельного орошения обычно состоит из узла забора воды, узла фильтрации узла фертигации (фертигация — применение удобрений и протравливателей вместе с поливной водой), магистрального трубопровода, разводящего трубопровода и капельных линий.

Капельные линии подразделяют на капельные трубки и капельные ленты.

В первом случае имеют в виду цельнотянутые полиэтиленовые трубки диаметром 16 мм или 20 мм, с толщиной стенки от 0.6 мм до 2 мм. Трубки могут быть изготовлены как с интегрированными (встроенными) капельницами, так и без капельниц. Капельные трубки без капельниц называются также "слепыми". Слепые капельные трубки подразумевают установку внешних капельниц, при этом место их установки может быть произвольным. Трубки с интегрированными капельницам производятся с установленным производителем интервалом между ними. Наибольшее распространение получили трубки с расстояниями между эмиттерами 25, 30, 50 и 100 см. Главной отличительной чертой капельных трубок от капельных лент является форма сечения и толщина стенок. Трубки имеют бóльшую толщину стенки и сохраняют круглое сечение как во время полива, так и в период между подачами воды в трубку.

Лентами же называют капельные линии, изготовленные из полоски полиэтилена, сворачиваемой в трубку и склеенной или сваренной термическим способом. При склейке/сварке внутри шва оставляют свободными от клея/сварки микропространства, которые, в свою очередь, образуют необходимые компоненты капельницы — фильтрующие отверстия, лабиринт превращения ламинарного потока в турбулентный и эмиттер. Толщина стенок лент обычно колеблется от 100 до 300 микрон. Также в системе полива используются фитинги (специальное соединение ленты капельного полива или иного шланга с магистральным трубопроводом), которые делятся на фитинги для ленты и штуцерные фитинги.

#### Подключение капельной ленты

Одним из основных элементов является капельная лента. Она представляет собой тонкостенное полое изделие небольшого диаметра с водовыпускными капельницами (эмиттерами), через которые влага подаётся в корневую зону каждого растения. В зависимости от типа капельниц различают такие виды ленты:

щелевая — по всей длине ленты встраивается лабиринтный канал, в котором на равном расстоянии прорезаются тонкие щелевидные отверстия для вылива воды. Такие изделия подходят для механизированной укладки и равномерно подают воду, а в новых разработках предусмотрен механизм их самоочищения;

эмиттерная — внутри ленты отдельно друг от друга встраиваются плоские жёсткие лабиринтные капельницы с заданным шагом между ними. За счёт создания в них турбулентных потоков такие изделия самоочищаются в процессе полива, но степень защиты от засорения у разных производителей может отличаться.

Встроенные капельницы бывают: компенсированными (водовылив осуществляется равномерно, независимо от уклона участка, длины поливочного ряда, давления в системе) и некомпенсированными (расход воды зависит от рельефа, протяжённости полива, напора жидкости). Аналогом ленты является капельная трубка, стенка которой в несколько раз толще. Этот вариант дороже и подходит для более продолжительной эксплуатации (до 6-7 лет).

#### **Основные параметры:**

Диаметр — стандартной и самой распространённой является лента диаметром 16 мм, для которой без труда можно подобрать дополнительные фитинги, и создать с её помощью практичную оросительную сеть. Лента 22 мм применяется реже, а её использование целесообразно для очень крупных хозяйств с большими площадями — длина орошаемых рядов с такими изделиями может достигать 400—450 м при приемлемом качестве полива.

Толщина стенки — этот показатель измеряется в милах (1 mil=0,025 мм) и определяет механическую прочность ленты и её долговечность. Самыми тонкостенными являются изделия 5-6 mil, которые используются в течение одного сезона, а затем утилизируются. Универсальной и более устойчивой к повреждениям будет лента 7-8 mil, пригодная для повторного применения, если бережно с ней обращаться, использовать очищенную воду, а в конце сезона промывать, сушить и аккуратно хранить. К толстостенным относят изделия 10-15 mil, которые хорошо зарекомендовали себя в условиях каменистых почв и повышенного риска повреждения животными, насекомыми, птицами или инструментами для обработки грунта.

Тип встроенных эмиттеров — щелевые или встроенные (компенсированные и некомпенсированные) капельницы.

Производительность эмиттеров — некомпенсированные эмиттеры, как правило, отличаются небольшой производительностью, которая составляет 1,0-1,6 л/час. Такие нормы полива оптимальны для большинства культур и почв, но требования к очистке поливной воды при этом высокие, так как тонкие водопропускные каналы легко забиваются. У компенсированных капельниц расход воды может составлять 2-3,8 л/час, а применяют их чаще всего на песчаных грунтах с высокой впитывающей способностью под требующие усиленного полива культуры.

Расстояние между эмиттерами — шаг между капельницами может составлять от 10 до 40 см и более. На этот параметр необходимо ориентироваться с учётом схемы высадки растений, потребностей культуры в воде и типа почвы. Ленты с эмиттерами, расположенными на расстоянии 10-20 см друг от друга выбирают для культур сплошного посева (зелени, лука, салата и т. д.). Почва при этом смачивается сплошной полосой. Кроме того, такие изделия подойдут для лёгких песчаных грунтов, а также в том случае, когда требуется высокий расход воды на погонный метр. Расстояние между эмиттерами 30 см удовлетворяет потребностям большинства пропашных овощных и некоторых ягодных культур.

Рабочее давление — производители указывают нижний и верхний пороги давления, которые необходимо соблюдать в процессе эксплуатации. Для лент со средними показателями толщины стенки и расхода воды они составляют в среднем 0,2-0,3 и 0,8-1,1 атм соответственно. У изделий с более высокими эксплуатационными и техническими параметрами — 0,4-0,8 атм минимальное, а максимальное около 1,8-2,0.

Устойчивость к ультрафиолету и химическим соединениям — важные свойства, влияющие на долговечность ленты. Если планируется фертигация, то устойчивость изделий к солям макро- и микроэлементов будет дополнительным преимуществом.

Система капельного полива состоит из большого количества ключевых компонентов, каждый из которых играет неотъемлемую роль в обеспечении эффективной, продуктивной и долгосрочной работы всей системы. Ниже приведены основные составляющие системы капельного орошения и их детальное описание.

Капельная лента состоит из набора относительно недорогих капельниц, встроенных в тонкостенную трубку. Вода равномерно подается к растениям вдоль всей ленты через встроенные капельницы (эмиттеры), которые могут быть расположены на расстоянии от 10

см. до 60 см. друг от друга. Для того чтобы использовать капельную ленту при орошении различных культур и при различном ландшафте местности доступны капельные трубки с толщиной стенок от 4 mil до 15 mil, расходом капельницы от 0.3 до 1.5 литров в час. Капельная лента выпускается как в стандартных моделях, так и в моделях для повышенного давления (компенсации давления), и используется для орошения овощей, садовых и полевых культур. Капельная лента может устанавливаться как над землей, так и под ней, также может использоваться в течение нескольких сезонов со сборкой в конце сезона или с оставлением в грунте на зиму. Капельная лента относительно недорогая и устанавливается собственными силами без привлечения профессионалов.

Капельная лента DripLife цельнотянутая, бесшовная, с жестким эмиттером. Бухта 1 000 м. Толщ.стенки 8 mil. Расстояние между эмиттерами 20 см. (Турция)

Наружная капельница является маленьким пластиковым устройством, через которое подаются небольшие порции воды непосредственно к корню растения. Вода к капельницам подается через ПВХ трубки. Таким образом, вода просачивается в почву к корневой системе через капиллярные потоки и образуется увлажненная область вокруг корня растения, размер которой зависит от типа почвы, расхода и ирригационного графика. Наружная капельница прикрепляется к стенке шланга (капельной трубки) при помощи специальных зубцов на капельнице, вставленных в заранее проделанное (специальным дыроколом) отверстие в стенке капельной трубки. Наружные капельницы имеют преимущество перед другими способами полива, так как установка капельницы в трубку возможна в любом месте (на любом расстоянии друг от друга), где это необходимо для растения. Основным недостатком является то, что нужно каждую капельницу вручную вставлять в капельную трубку. Несмотря на способность капельницы к само очистке, этот процесс не является полноценной альтернативой для постоянной фильтрации и обслуживания системы капельного орошения. Системы капельного орошения могут использовать сотни или даже тысячи капельниц (эмиттеров), и такое количество крайне затруднительно устанавливать вручную. Поэтому наружные капельницы больше применяются на относительно не больших участках.

Встроенные/ вставные регулируемые капельницы, состоят из маленьких пластиковых устройств эмиссии, с функциями по аналогии с наружными капельницами, но в этой конфигурации они предварительно вставлены в ПВХ шланг капельной трубки в определенных интервалах между собой. Эмиттеры могут быть цилиндрическими или плоскими "в форме лодки", и прикрепляются к стене капельной трубки с помощью контролируемого процесса нагревания. Экономия рабочей силы при установке такой капельницы будет значительна, так как они уже предварительно вставлены в капельную трубку. Такая конструкция также как и наружные капельницы позволяет гибко планировать количество и расстояние между капельницами, так как дополнительные эмиттеры могут легко быть добавлены в капельную трубку при необходимости. Основным недостатком такой технологии является то, что капельницы могут быть изначально там, где в них нет необходимости, и это уже не исправить. В отличие от других технологий капельного полива, встроенная регулируемая капельница может быть установлена под землей и поверхность почвы при этом останется сухой.

Увлажнителями являются маленькими пластиковые устройствами, которые испускают воду в виде плотного тумана. В дополнение к орошению почвы, с помощью увлажнителей можно изменять температуру и влажность среды, где находится растение. Первоначально увлажнители были разработаны для орошения citrusовых, но они также хорошо себя зарекомендовали при орошении растений в горшках или специальных корзинах, где корни, ограниченные в росте горшками, требуют частого увлажнения.

Спринклеры (распылители) являются небольшими пластиковыми устройствами, которые устанавливаются на специальные подставки. Распылители мощными порционными струями выбрасывают воду (радиус действия до 15 - 20 м.) в виде определенных узоров (круг, бабочка, низкая/высокая траектория и т.д.). Разнообразие форм

распыления воды дает большой выбор подачи воды в тот участок, где необходим полив, например, полив непосредственно корневой системы дерева, а не его ствола.

Микроразбрызгиватели - это небольшие пластиковые устройства, которые распыляют воду по всей окружности с помощью специального вращающегося разбрызгивателя. Микроразбрызгиватель крепится к боковой трубке РЕ на пластиковые стойки отдельно или на пластиковые стойки, установленные на длинные микро-трубки РЕ. Преимущество использования такой системы заключается в том, что вода подается на большую площадь, используя только один распылитель, а рабочее давление при этом остается в системе низким. Основным недостатком использования микро распылителя является то, что полив происходит по воздуху и часть воды теряется при поливе не целевых объектов, таких как дорожки, стволы деревьев, листья и т.д. Кроме того, качество и точность применения такого способа полива зависит от ветра.

Трубка РЕ широко используется в качестве боковой трубы (ответвления), по которой вода подается непосредственно в капельную ленту, капельницу, распылитель, дождеватель и т.д. Трубка РЕ используется с различным диаметром, толщиной стенки, рабочим давлением и гидравлическими особенностями. Капельная трубка РЕ вне зависимости от цвета является устойчивой к УФ лучам.

Ответвление от магистрального трубопровода. Это вид распределительной трубы, по которой вода подается дальше в отводы. Ответвление от магистральной трубы обычно проходит через ряды. Она сделана из ПВХ или средней/высокой плотности полиэтилена и крепится к магистральному трубопроводу с помощью специальных соединителей (фиттингов).

Промывочный или сливной клапан/заглушка устанавливается на конце отвода или ответвления магистрального трубопровода. Он состоит из клапана (для магистрального ответвления) или заглушки (для отводной трубки). Основное предназначение – это смыть из системы капельного полива осадки или любые другие отложения после окончания работы. Наличие промывочного или сливного клапана/заглушки необходимо, чтобы проводить регулярную чистку и гарантировать долговечность работы системы капельного орошения.

Ирригационный регулятор управляет работой определенного набора эмиттеров. Он устанавливается в начале ответвлений от магистральных труб и обеспечивает подачу или остановку подачи воды к эмиттерам согласно установленному интервалу. Ирригационный регулятор состоит из релейного клапана, устройства регулирования давления для поддержки постоянного давления в системе, манометра, воздушного/вакуумного клапана и фильтра (не всегда) в качестве резервного к основной системе фильтрации. Ирригационный регулятор может быть как ручным, так и автоматическим.

Магистральный трубопровод – это система труб, которая подает воду в ирригационный регулятор от насоса/источника воды. Такие трубы обычно состоят из ПВХ или полиэтилена высокой плотности.

Чтобы избежать общего отказа работы системы капельного орошения, разрыва или блокировки работы трубы используют предохранительный воздушный/вакуумный клапан. Его основное предназначение удалять из системы воздух, который может образоваться при запуске или при работе системы капельного полива. Предохранительный воздушный/вакуумный клапан также используются для выталкивания воздухом воды из системы при завершении ее работы. Это дает возможность избежать нежелательного вакуумного всасывания, как в трубопроводах, так и в устройствах эмиссии. Предохранительные воздушные/вакуумные клапаны, как правило, устанавливаются на возвышениях с определенным интервалом.

Фильтрационное оборудование, фильтры используются в системе капельного полива для устранения попадания органических и неорганических веществ в воду, которые могут засорить капельницы, капельные ленты, трубки и т.д.. В системе капельного орошения обычно используют песчано-гравийные, сетчатые и дисковые фильтры.

Сетчатый фильтр максимально эффективен для фильтрации твердых макрочастиц в воде, таких как песок или другие мелкие частицы (элементы коррозии трубопровода, ракушки и т.д), которые часто попадают в водопроводную воду. Сетчатый фильтр не эффективен при очистке воды от органических материалов, таких как водоросли, почва и слизь. Эти загрязнения или забивают сетку фильтра или просто проскальзывают через сетку.

Дисковый фильтр обеспечивает лучшую фильтрацию воды, чем сетчатый фильтр. Дисковые фильтры чаще всего используются для фильтрации воды от органических материалов, песка или прочих солевых отложений, которые могут быть в воде. Фильтрация органических и неорганических материалов происходит путем накопления их на внешней стороне плотно сложенных друг к другу дисков. Дисковый фильтр сконструирован таким образом, что пользователю легко его разобрать и прочистить. В отличие от сетчатых фильтров, дисковые фильтры состоят из плотно сложенных круглых гофрированных дисков, которые используют трехмерную фильтрацию. Такая технология позволяет задержать любое загрязнение: органические материалы, песок или другие отложения.

Песчано-гравийный фильтр используется для удержания глины, мелкого песка, мха, травы, листьев, насекомых и пр. мелкого мусора, который не задержит гидроциклон. Песчано-гравийный фильтр, для более эффективной очистки воды, рекомендуется применять совместно с гидроциклоном и автоматическим сетчатым фильтром.

Фертигация - внесение в почву растворимых в воде минеральных удобрений. Так как вода подается непосредственно к корневой системе растения, есть возможность вносить растворимые питательные вещества (удобрения) вместе с водой. Этот процесс называется фертигация. Существуют различные способы фертигации в капельном орошении:

Инжектор Вентури - применяется для внесения растворимых удобрений в систему капельный полива. Система инжектора включает в себя непосредственно инжектор, удобрительный узел (обвод, обвязка) и трубку ПВХ (шланг для инжектора) с фильтром-заборником.

Всасывающий насос - мембранный насос, который всасывает минеральные удобрения в магистральную трубу системы капельного орошения. Такие насосы обычно электрические и доступны в различных комплектациях. Уровень ввода минеральных удобрений устанавливается непосредственно в насосе.

Насос используется для доставки воды из источника в систему капельного орошения. Выделяют различные виды насосов в зависимости от источника воды и потребления электроэнергии.

Ирригационные регуляторы используются для автоматического запуска и остановки работы капельной системы с помощью электро сигналов к соответствующим клапанам. Электронные сигналы подаются в соответствии с заранее установленным пользователем графиком работы для каждой отдельной зоны/блока системы капельного полива. Существуют также автоматизированные регуляторы, которые реагируют на дождь, уровень солнца и прочие внешние факторы.

Поливную норму при капельном орошении определяют по формуле:

$$m_o = e_o \cdot K_b \cdot K_n \cdot T,$$

где  $m_o$  - поливная норма, мм;  $e_o$  - водопотребление культуры за сут;  $K_b$  - биологический коэффициент;  $K_n$  - отношение увлажненной почвы к общей площади участка капельного орошения;  $T$  - межполивной период, сут.

Максимальное возможное испарение ( $e_o$ , мм) при данных метеорологических условиях с подстилающей поверхности, влагозапасы которого неограничены, определяют по формуле:



$$e_0 = 0.0061(25 + t)^2(100 - a),$$

где  $t$  - температура воздуха, °С;  $a$  - относительная влажность воздуха, %.

Отношение увлажненной почвы с одного гектара участка капельного орошения определяется по формуле:

$$K_n = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot H \cdot T}{10000},$$

где  $H$  - глубина расчетного слоя почвы, м;  $r$  - радиус увлажнения, м;  $T$  - количество кустов в гектаре орошаемого участка.

Удельный расход воды, должен быть подан с одной капельницы определяется по формуле:

$$q = 10 \cdot m_0 / 86.4, \text{ л/с.}$$

Эксперт

«ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ  
БЕРТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕА

*A. Kozh*

А.Козыкеева

Проректор по НРиМС

ҒЫЛЫМ  
ДЕПАРТАМЕНТІ

*E. Islamov*

Е.Исламов