

## Тема КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА

1. Характеристика элементов системы капельного орошения
2. Эксплуатация систем капельного орошения.

### *Первый вопрос*

Водозабор и насосная станция предназначены для забора воды из источника и подачи её в оросительную систему. В основном применяют либо мотопомпы (дизельные или бензиновые) либо электрические насосы. К числу основных требований к насосу можно отнести: производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), исходное давление (атм.) и экономичность в потреблении как топлива (л/ч), так и электроэнергии (кВт/ч).

Производительность избираемого насоса должна отвечать потребности растений на орошаемой площади в воде. При использовании капельного орошения приблизительное количество воды, которая расходуется на 1 га, находится в пределах от 40 до 70  $\text{м}^3/\text{га}$  в сутки в зависимости от выращиваемой культуры, типа грунта и климатических условий. Рекомендуется выбирать насос с запасом производительности (около 10%).

Следует обращать особое внимание на техническую характеристику насоса относительно исходного давления, оно может быть указано без учета подъема воды (при подъеме воды на 10 м теряется 1 атм.), а на входе в станцию водоподготовки давление должно быть 2-3 атм.

В современных системах капельного орошения за рубежом, а также в Украине и России в основном применяются насосные станции (насосы) следующих производителей: PEDROLLO (Италия); GRUNDFOS (Дания); SAER (Италия); Calpeda (Италия); Wilo (Германия); Spegoni (Италия). Данные марки насосов хорошо зарекомендовали себя, так как имеют высокие показатели надежности и производительности.

Системы водоподготовки. Учитывая, что качество воды природных источников не всегда отвечает таким требованиям, одним из главных элементов системы капельного орошения является станция водоподготовки и очистки от механических и биологических загрязнений. Технологическая схема очистки воды для конкретного участка выбирается, исходя из качества воды в источнике водоснабжения, принятых типов трубопроводов и их требований к степени очищения воды.

Для капельного полива используются следующие виды фильтрационного оборудования: фильтры грубой очистки (песчано-гравийные фильтростанции и гидроциклоны); фильтры тонкой очистки (сетчатые и дисковые фильтры).

Фильтрационная станция - один из важнейших элементов системы. В зависимости от наличия в поливной воде определенных примесей и величины орошаемой площади, фильтрационная станция может включать сетчатые, дисковые, гравийные и гидроциклонные фильтры.

В системах капельного орошения, как правило, применяется одно- и двухступенное очищение воды с использованием сетчатых, дисковых и песчано-гравийных фильтров.

При использовании для полива воды из поверхностных источников (речка, озеро, пруд, водохранилище) необходимо применять двухступенное очищение с использованием песчано-гравийных и сетчатых (дисковых) фильтров. Если источником орошения является напорная водопроводная сеть или артезианская скважина, то может использоваться одноступенчатая схема очищения с помощью сетчатых или дисковых фильтров, которые могут быть пластмассовыми или металлическими. Металлические фильтры большей частью изготавливаются с присоединительными размерами 3" и 4" на давление 1 МПа. Пластмассовые фильтры рассчитаны, как правило, на давление до 0,6 МПа.

Любой из приведенных фильтров может иметь как ручной, так и автоматический режим промывки. При использовании подземной или водопроводной воды рекомендуется использовать сетчатый или дисковый фильтры, а при необходимости и сепаратор песка - гидроциклон. Также эти типы фильтров устанавливаются в качестве контрольных после песчано-гравийной фильтростанции.

Качество очистки воды не зависит от типа фильтра (сетчатый или дисковый). Она зависит от параметра mesh (меш). Это количество отверстий фильтрующего элемента на 1 дюйм. Для большинства капельных лент этот параметр не должен быть ниже, чем 120 mesh (125 микрон, или 0,130 мм). Дисковые фильтры по сравнению с сетчатыми более надежны и имеют более продолжительный срок эксплуатации фильтрующего элемента (картриджа).

Сетчатые фильтры устанавливаются не только с очистительной целью, но и с предупредительной, после гравийного. Состоят из корпуса и фильтрующего элемента в виде мелкоячеистой сетки. Применяют для фильтрации воды при невысоком содержании неорганических частиц. Степень очистки воды зависит от размеров ячейки фильтрующей сетки, а пропускная способность от площади. При засорении фильтрующий элемент промывается обратным потоком воды.

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. Принцип работы дискового фильтра такой: в поперечном сечении дисков есть многочисленные маленькие углубления через которые под напором проходит вода, а частицы мусора застревают в этих углублениях и под давлением разрушаются. Множество плотно сложенных гофрированных дисков составляют единый фильтрующий элемент. Обычно производители маркируют каждый гофрированный диск определенным цветом, который показывает степень фильтрации этого диска.

Дисковый гравийный 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 было легко его разобрать и прочистить.

Как было уже отмечено выше, все загрязнения при фильтрации накапливаются вдоль внешнего диаметра диска. Из-за этого возрастает сопротивление движению водного потока и происходит снижение давления воды, которая выходит из фильтра. Это приводит к перепаду давления в фильтре и все загрязнения из внешней стороны диска попадают в его центральную часть и там окончательно задерживаются. Если вовремя не прочистить фильтр, то со временем он полностью забьется и остановит подачу воды в систему капельного орошения. Такая система фильтрации исключает попадание грязной воды в систему даже если фильтр полностью будет забит.

Гравийные фильтры используются для удаления органических и неорганических частиц. Применяемый в качестве фильтрующего элемента песок, за счет своей высокой удельной фильтрационной поверхности, позволяет удерживать большие количества взвешенных частиц. Используются при заборе воды из открытых водоемов. Промывка производится обратным потоком воды. Засыпаемая гравийно-песчаная смесь используется двух фракций: крупная (1,2-2,4 мм) засыпается снизу, а мелкая (0,5-0,8) засыпается сверху.

На рынке фильтровального оборудования представлено множество зарубежных компаний, таких как: Pentairwater, Fleck, Structural, X-Flow, Yamit, Toray, Dorot, Ropv, Seko, Xylem, EtatronD.S. и т.д., но самой известной является компания AZUD (Испания). Одним из лучших производителей гравийно-песчаных фильтров и фильтростанции на территории СНГ является НПК «РОСТА», образованная в городе Мелитополь (Украина) в 2000-м году и со-

труднодоступная с компанией AZUD, которая производит все виды фильтровального оборудования, оборудования для промывки фильтров и аксессуаров к ним.

Благодаря особой технологии Helix фильтры AZUD характеризуются высокой производительностью и повышенной грязеемкостью. Дисковый фильтр легко промывается вручную или автоматическим методом, после чего полностью восстанавливаются фильтрующие свойства материала. В качестве фильтрующего элемента этого типа фильтров используют специальные диски из полимеров, на поверхности которых имеются канавки определенной ширины и глубины. При сжатии двух дисковых пластин между ними появляется объемная сетчатая структура, которая и является рабочим фильтрующим элементом.

Сегодня в конструкциях систем капельного орошения применяются пластмассовые дисковые фильтры, присоединительные размеры которых могут быть от 3/4" до 3" с расходом 4-50 м<sup>3</sup>/ч. На рынке наиболее широко представлены фильтры фирм NETAFIM (Израиль), ARKAL (Франция), AZUD (Испания), ARAG, EDEN, IRRITEC (Италия), PALAPLAST (Греция).

Среди песчано-гравийных фильтров зарубежных фирм наиболее распространенными являются фильтры компаний DROP (Греция), MAZZALI, VALDUCCI (Италия) и др. Производительность таких фильтров составляет 10-60 м<sup>3</sup>/ч с присоединительными размерами до 4".

Для качественной работы песчано-гравийных фильтров необходимо обеспечить их периодическое промывание от загрязнений. Частота промывания фильтров (продолжительность фильтроцикла) зависит от их конструкции, качества исходной воды и может меняться от нескольких часов до нескольких дней.

Промывание может осуществляться в ручном или автоматическом режиме. Промывание фильтров в ручном режиме является довольно трудоемким процессом. Поэтому при применении капельного орошения овощных культур на больших площадях целесообразно использовать систему автоматического промывания фильтров. Исполнительными органами в таких системах подготовки воды являются дистанционно управляемые клапаны, которые обеспечивают перераспределение потоков воды в фильтрах при проведении промывания. Оно достигается установлением на каждом фильтре двух двухходовых или одного трехходового клапана. На фильтростанциях с автоматическим промыванием наиболее часто используются трехходовые клапаны или блоки, которые реализуют функцию трехходового клапана таких фирм-производителей: AQUATEC (Франция), BERMAD (Израиль), COMETAL, RAFAEL (Испания). Управление промывания фильтров проводится с использованием контроллера на основе программирования продолжительности фильтроцикла, времени промывания каждого фильтра и их количества в фильтростанции.

При использовании для очищения воды песчано-гравийных фильтров на его входе необходимо поддерживать давление не менее 0,3 МПа. Меньшее давление снижает эффективность промывки песчано-гравийного заполнения обратным потоком воды. Перепад давления на входе и выходе из фильтра не должен превышать 0,05 МПа. Большой перепад свидетельствует о необходимости промывания фильтрующего материала. Для качественной работы песчано-гравийных фильтров необходимо обеспечить их периодическое промывание от загрязнений. Частота промывания фильтров (продолжительность фильтроцикла) зависит от их конструкции, качества исходной воды и может меняться от нескольких часов до нескольких дней.

Промывание может осуществляться в ручном или автоматическом режиме. Промывание фильтров в ручном режиме является довольно трудоемким процессом. Поэтому при применении капельного орошения овощных культур на больших площадях целесообразно использовать систему автоматического промывания фильтров. Исполнительными органами в таких системах подготовки воды являются дистанционно управляемые клапаны, которые обеспечивают перераспределение потоков воды в фильтрах при проведении промывания. Оно достигается установлением на каждом фильтре двух двухходовых или одного трехходового клапана.

Узел внесения удобрений. Подкормка растений является залогом получения высоких урожаев. Для поддержки оптимальной концентрации элементов питания в грунтовом растворе на протяжении всего периода вегетации растений применяют внесение удобрений вместе с поливной водой (фертигация).

Узел внесения удобрений (узел фертигации) является неотъемлемой частью любой системы капельного орошения. Наиболее широкое применение приобрели следующие устройства:

- инжектор типа «Вентури»;
- удобрительная головка;
- удобрительная емкость;
- дозатор - дозатрон (миксрайт, агрорайт и пр.).

Узел внесения удобрений (растворный узел) может также входить в состав фильтростанций.

Наиболее эффективным является ежедневное внесение удобрений, низкой нормой (3-15 кг/га) с помощью инжекторов или дозатронов.

Для фертигации можно использовать водорастворимые минеральные удобрения отечественного и зарубежного производства: Тетрафлекс, Кемира комби, Кристалон, Ferticage, Universol, MadMix, монофосфат калия, аммиачная и калийная селитра и др. Из отечественных удобрений хорошую растворимость имеют аммиачная селитра и мочевина. Нельзя использовать редкие комплексные удобрения (РКУ) – на практике есть случаи полного блокирования системы при их применении. Не рекомендуется использовать слабо растворенные удобрения типа нитроаммофоски. Всегда надо делать вытяжку из удобрений и проверять ее на отдельных частях поливного трубопровода (возможна специфическая реакция удобрений с поливной водой).

Внесение удобрений нужно начинать через 20 минут после начала полива, когда стабилизируются гидравлические показатели. Продолжительность фертигации зависит от продолжительности полива, включая последующее промывание трубопровода и капельниц (30 мин.).

Общее количество удобрений не должно превышать 1-1,2 кг удобрений на 1000 л воды. При этом нормы их внесения и соотношение зависят от почвенно-климатических условий выращивания, фазы развития растений и технологии их выращивания и разрабатываются специалистами для каждого участка индивидуально.

Для внесения удобрений с поливной водой могут использоваться также инжекторы, дозатроны зарубежного производства производительностью от 2,5 до 20 м<sup>3</sup>/ч и присоединительными размерами от 1" до 2". Основными производителями этого оснащения являются фирмы DGT (Бельгия), VALMATIC (Италия), DOSATRON (Франция), DOSMATIC, VALMONT (США).

Регуляторы давления. Регуляторы давления (редукторы) предназначены для безопасной эксплуатации капельной ленты и защиты от воздействия высокого давления воды (насос, центральный водопровод). Различают *регуляторы давления с фиксированным* (предустановленным) значением давления и *регуляторы с возможностью регулирования*.

С *фиксированным давлением*, как правило, применяют для малых систем полива, расход которых не превышает 5 м<sup>3</sup>/час. Они очень удобны в приусадебном хозяйстве и на малых площадях.

*Регуляторы давления с регулированием давления* применяют, в основном, в системах полива с расходами выше 2,5 кубических метров в час. Существуют два типа таких регуляторов давления. Первый – механические, вторые – гидравлические (на основе гидроклапанов). Разница между ними состоит в большей потере давления у механических регуляторов давления.

Редуктор специально поддерживает заданное давление, устойчив к ультрафиолету, может монтироваться над и под землей. Правильная работа регулятора давления гарантируется

только при протекании указанного объема воды через него, поэтому перед регулятором необходимо устанавливать перекрывающий кран или автоматический клапан.

На территории СНГ основными производителями регуляторов давления являются компании из Украины (Agroline, Сантехпласт и т.д.). Из зарубежных производителей наиболее известным является компания Irritec.

*Магистральные трубопроводы (напорные трубопроводы)* размещают как под землей, так и над ней (чаще размещают под землей). В первом случае для подсоединения капельниц используют выводные трубки.

Для промышленных участков (площадью более 1 га) в качестве напорного трубопровода рекомендуется использовать гибкий армированный ПВХ шланг Layflat (Лайфлэт). Он не деформируется под влиянием температуры, не разрушается от ультрафиолетовых лучей, имеет продолжительный срок эксплуатации (свыше 5 лет), выдерживает давление в 4 атм. и позволяет прохождение колесной техники (при отсутствии давления). Для соединения с капельными линиями предусмотрен широкий ассортимент соединительной и запорной фурнитуры.

Этот элемент системы капельного орошения служит для транспортирования оросительной воды от насосной станции к разводящему (поливному) трубопроводу. Трубопровод может быть выполнен из любого материала, который не поддается коррозии. Он должен иметь достаточный диаметр и запас прочности, чтобы пропустить необходимый объем воды и выдержать имеющееся давление. Диаметр магистрального трубопровода рассчитывается, исходя из объема транспортируемой воды, расстояния, на которое ее нужно подать, и потерь напора (коэффициента трения материала, из которого изготовлена труба).

В качестве магистрального трубопровода удобно использовать шланг ПВХ Layflat (Лайфлэт), поскольку он не создает препятствий для проезда техники по полю, легко сматывается в рулоны, хорошо хранится (рисунок 5).

Однако, при капитальном строительстве системы удобнее и дешевле уложить магистральные трубы из ПНД. Единственным недостатком, которого, является вредное действие ультрафиолета. Поэтому трубы из полиэтилена должны быть закопаны или присыпаны землей.



**Рисунок 5– Шланг магистральный Layflat, с подключёнными к нему капельными трубками и запорной арматурой.**

*Разводящие (поливные) трубопроводы.* Надземные разводящие трубопроводы (трубки, ленты) при орошении садов крепят с помощью подвесных хомутов к шпалерной проволоке на высоте 0,6-0,7 м от земли. Расстояние между разводящими трубопроводами устанавливают в соответствии с шириной междурядий сельскохозяйственных культур 0,6-0,8 м или расстоянием между рядами деревьев 2-6м.

Основными элементами разводящих трубопроводов являются непосредственно капельный шланг или капельная трубка (лента) и капельницы (эммитеры) (рисунок 6).

Этот вид трубок, идеально подходит для небольших фермерских хозяйств, приусадебных и дачных участков, а также для использования в теплицах. Они относятся к категории систем малообъемного орошения и разработаны для применения на участках с малодобитными источниками воды и низким давлением в системе. Расход воды из одной капельницы, составляет 1,2 литра в час, минимальное рабочее давление – от 0,2 атм. Максимальное – до 2,8 атм. Практика показывает, что этот вид трубок, работает вполне удовлетворительно при давлении воды начиная от 0,1 атмосферы, что позволяет в качестве источника воды, использовать даже простую бочку, поднятую над поверхностью земли на высоту полтора–два метра

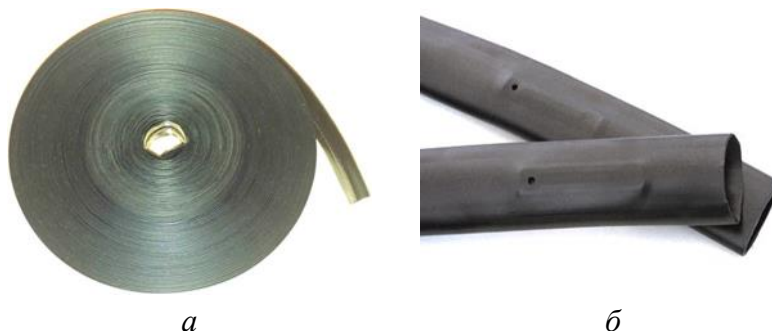


Рисунок 6– . Капельная лента Lin-0,2 с толщиной стенки 0,2 мм – 8 mils (некомпенсированная): а) в рулоне; б) в разложенном виде.

В промышленном растениеводстве капельную ленту используют один сезон. Чтобы подготовить поле к следующему сезону, необходимо провести осеннюю и весеннюю обработку почвы, а это невозможно при наличии на поле ленты - поэтому ленту убирают с поля сразу после уборки урожая, или до уборки, в зависимости от культуры. Аккуратно сматывать ленту, запутавшуюся в корневых и пожнивных остатках растений, на большой площади (10-1000 гектаров) невозможно. Существуют специальные машины для сматывания ленты, но используются они крайне редко, и сматывают ленту не для повторного использования, а для удобства утилизации (сдачи на переработку на вторичный полиэтилен).

Капельная трубка – это труба, цилиндрическая в сечении, будучи с водой или без воды (рисунок 7). Уменьшительное название "трубка" употребляют из-за малого диаметра последних: основные стандарты это 16 мм и 20 мм (наружный диаметр). Капельная трубка, или капельная линия – это компонент многолетней системы орошения (как правило, интенсивный сад или закрытый грунт). Трубку подвешивают к шпалере и не убирают на зиму, а в закрытом грунте используют как подводящую трубу, от которой через внешние капельницы и микротрубки вода попадает к колышкам, воткнутым под корень каждого растения.

Наиболее распространенный в мире и в России размер (стандарт диаметра) для капельных лент и трубок – 16 миллиметров (5/8"). Для капельных лент встречаются также стандарты 22 мм (7/8"), довольно много в Европе также 9,5 мм (3/8"). Другие диаметры встречаются очень редко. Для капельных трубок, помимо 16 мм, встречается диаметр 20 мм (используется при капельном выщелачивании горных пород, на садах большой площади, для орошения микрождевателей и др.).





производительностью капельниц, от 1,2 литра в час до 2,1 литра в час. Прочная достаточно толстая стенка трубки, позволяет применять ее при рабочем давлении до 3-4,3 атм., что в свою очередь, позволяет орошать длинные ряды растений.

Капельные трубопроводы имеют разные технические характеристики (диаметр, толщину стенки, расстояние между капельницами, величину затрат и т.п.) и стоимость. Поэтому при обустройстве системы орошения выбор типа поливного трубопровода является сложной задачей и должен проводиться специалистами. Надо сказать, что именно правильный выбор типа поливного трубопровода и его размещение в плане дает возможность создать систему капельного орошения, которая по своим технико-технологическим возможностям сможет обеспечивать реализацию технологического процесса с нужной надежностью. Основным требованием при выборе того или иного поливного трубопровода должно быть максимальное соответствие его технических характеристик конкретным условиям применения по критерию "цена-качество".

Трубки серий **LIN**, **VARDIT** и **VERED**, относятся к мягким тонкостенным трубкам, что позволяет наматывать их на барабаны в больших количествах. Например, барабан с трубкой LIN-0,2 содержит 1600 метров. Это свойство продукта, позволяет получить существенную экономию средств при доставке, так как такое количество, занимает небольшой объем и имеет небольшой вес, что очень важно для потребителей продукции в различных странах мира, значительно сокращая их издержки на транспорт.

Для устройства магистральных, распределительных и участковых трубопроводов в системах могут использоваться полиэтиленовые или поливинилхлоридные трубы с разъединительными соединениями. Однако, как свидетельствует опыт выращивания овощных культур при капельном орошении, в системах сезонного действия для устройства участковых трубопроводов более целесообразным является использование шланговых трубопроводов типа LAY FLAT (LFT). Выпускаются они разного диаметра – от 2" до 6" и рассчитаны на давление от 0,3 до 0,7 МПа. Наиболее распространены трубопроводы диаметром 3" и 4", рассчитанные на максимальное давление 0,4 МПа.

Схема размещения пленочных поливных трубопроводов существенным образом влияет на стоимость системы в целом. В условиях тяжело- и среднесуглинистых грунтов при выращивании овощных культур с использованием ленточной схемы посева (посадки) пленочный поливной трубопровод целесообразно размещать внутри меньшего междурядья. При таком его размещении полоса увлажнения, образующаяся на тяжело- и среднесуглинистых грунтах, увлажняет два ряда культур. На легких грунтах (супесчаных, песчаных) для увлажнения необходимого слоя грунта нужно размещать в каждом ряду пленочные трубопроводы. Это значительно повышает стоимость системы.

Капельницы устанавливаются непосредственно на поливных трубопроводах, если они расположены над землей, или на выводных трубках – в случае подземного размещения трубопровода.

Непосредственно капельницы могут быть с непрерывной подачей воды и с порционной, а также компенсированные (т.е. ландшафт не влияет на производительность) и некомпенсированные (ландшафт влияет на производительность).

В зависимости от конструкции диаметр отверстий капельниц составляет 0,3-2 мм, а расход воды может колебаться от 0,9 до 12 л/ч. При подборе конструкции очень важно рассчитать необходимый расход воды капельницей, количество и схему расположения точек водоподдачи в зоне увлажнения, равномерность распределения оросительной воды капельницами, исходя из расположения орошаемых растений и площади увлажнения. Форма и размеры зоны увлажнения зависят от водно-физических свойств почвы, предполивной влажности, расхода воды, подаваемого в контур увлажнения, продолжительности полива, интенсивности испарения, схемы расположения точек водоподдачи в зоне увлажнения. Для овощных культур расстояние между капельницами на поливном трубопроводе устанавливается от 0,2 до 2,0 м.

*Внешние капельницы.* Внешние некомпенсированные по давлению капельницы сейчас применяются редко, в основном, когда нужно подавать воду в определённую точку, т.к. почти все внешние капельницы комплектуются капиллярами и наконечниками. Длина капилляров может быть любой. Преимущество капельниц некомпенсированных – низкая стоимость.

Компенсированные по давлению внешние капельницы применяются, если нужно строго поддерживать точную раздачу на большой площади и подавать питательный раствор в определённую точку (в горшок, в лунку и т.п.), в основном при малообъёмных технологиях. Их также целесообразно применять на горных склонах и участках с большими уклонами.

*Встроенные капельницы.* Интегрированные многолетние капельные трубки (некомпенсированные) особенно перспективны на виноградниках и в садах с интенсивной технологией. Здесь их подвешивают к нижней шпалерной проволоке одновременно с высадкой саженцев и не демонтируют до 12 лет. Их также можно укладывать на грунт в т.ч. с поворотами, кольцами и т.п. Такие капельницы не повреждаются морозами, насекомыми и птицами, их не сдувает ветром. Они не требуют ухода, кроме периодических химобработок. Повредить их может только тяпка или лопата.

Капельные трубки с компенсированными эмиттерами применяются на горных склонах, но их стоимость значительно выше обычных некомпенсированных.

Конструкция капельницы (рисунок 8 а) включает встроенный фильтр, клапан и самое сложное – это лабиринт, по которому проходит вода. От точности его исполнения зависит производительность капельницы, измеряемая в литрах за час и точность работы всей системы. По стандартам разброс выхода воды из капельниц по всей длине шланга не должен превышать 10%, на практике же эта цифра не превышает 3-4%. На рис. 8 б показана одна из конструкций подобной капельницы, закрытая прозрачным окошком, через которое можно наглядно наблюдать, что же там происходит внутри.

В Израиле разработана еще одна разновидность шлангов капельного орошения, типа Queen Gil (рисунок 8 в). Современные технологии позволяют производить шланги капельного орошения типа Queen Gil на специальных линиях, где процесс экструзии пластикового шланга совмещен с монтажом капельниц внутри шланга. Такая технология позволила производить шланги низкой себестоимости, с различной толщиной стенки шланга и разной конструкцией капельниц, предназначенных для различных условий эксплуатации.

Эти типы систем орошения имеют более длительный срок эксплуатации, приспособлены к самым сложным и необычным условиям климата, рельефа и т.д. Единственное их преимущество – более низкая цена. Сейчас шланги этого типа широко продаются во всем мире, однако, в Израиле такая система капельного орошения уже не применяется. Более экономически выгодными там считаются жесткие трубки.

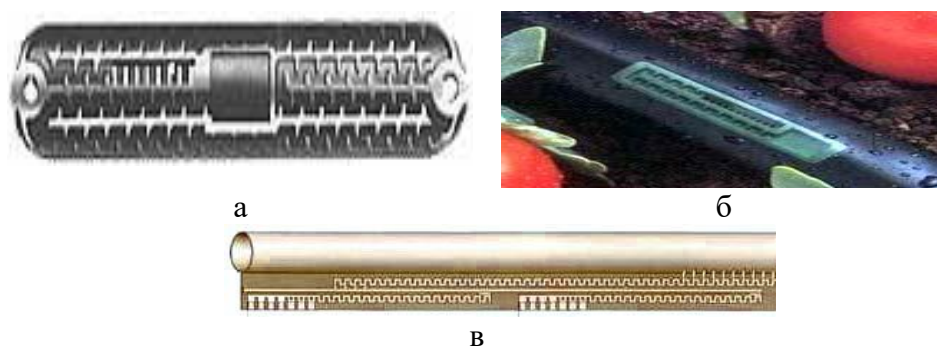


Рисунок 8– Конструкции встроенной капельницы (а, б) и капельный шланг типа Queen Gil (в).

К соединительной фурнитуре для систем капельного полива относятся штуцеры, микраны, муфты, окончания, различные виды фитингов (зажимные для лент, зубчатые для трубок, компрессионные для труб ПНД, резьбовые для труб ПВХ, а также для точечного полива, для Lauflat (LFT), для систем гидро/пневмо управления), седловые отводы, разъёмные соединения, шаровые краны, стартовый адаптер кран – ПНД/ПВХ, уголки для шланга, тройники для шланга, стартовый адаптер с краном труба ПНД и т.д.).

Запорная арматура представляет собой механизмы, которые устанавливаются на трубопроводах с целью открытия и закрытия доступа потока в полость трубок (лент). Они имеют широкий спектр действия и массу модификаций и различаются между собой не только дизайном, но и способом ограничения потока и пропускной способностью.

К основным параметрам любых видов запорной арматуры относятся диаметр присоединения к ответному устройству, материал корпуса и активной части, скорость закрытия. Что же касается способа монтажа, то все запорные устройства проектируются таким образом, чтобы их монтаж не требовал много времени. Обязательное условие при изготовлении данных устройств – использование исключительно качественных материалов, а также неукоснительное соблюдение всех стадий технологического процесса. Только в этом случае можно говорить о надежности, высоком качестве результирующего продукта и долгом сроке его эксплуатации.

Воздушный (вакуумный) клапан предназначен для выпуска и впуска воздуха в систему. Когда система не работает, все трубопроводы и капельные линии заполнены воздухом. При запуске (включении насоса) вода начинает заполнять систему, в результате чего возникает избыточное давление, которое может вызвать гидравлический удар. При отключении подачи воды происходит обратный процесс, и в системе возникает разрядка давления (вакуум), что заставляет систему всасывать воздух через эмиттеры капельных линий, что представляет опасность засорения капельниц, деформации трубопроводов, возникновения разгерметизации системы. Эти проблемы имеют место для всех больших систем, но особенно актуальны для полей с уклонами. Во избежание данных ситуаций в систему устанавливается клапан высвобождения давления. Он монтируется в высочайших и/или конечных точках магистрального и разводного трубопровода.

Автоматика для систем капельного полива (контроллеры, клапаны, датчики). Автоматическое управление орошением осуществляется с помощью контроллера с электромагнитными клапанами. Контроллер – это легко программируемый миникомпьютер, позволяющий задавать программу полива растений и управлять ей. Контроллеры бывают одно и многоканальные.

Одноканальные контроллеры позволяют автоматизировать полив одной орошаемой зоны. Такие контроллеры совмещены с электромагнитным клапаном и наиболее распространены в приусадебных хозяйствах. Они очень просты в эксплуатации и не требуют наличия опыта при монтаже и настройке.

Многоканальные контроллеры разных типов позволяют программировать до 8 независимо работающих зон полива и отдельную программу для каждой зоны в отдельности. Они имеют возможность управлять несколькими клапанами одновременно. Их применение позволяет очень гибко настраивать различные поливные участки в соответствии с потребностями.

Контроллеры могут работать как от постоянного тока (батарея) вне помещения, так и от переменного внутри помещения. Правильно запрограммированный контроллер в течение всего сезона будет строго придерживаться заданной программы и осуществлять поливы (в зависимости от модели) по времени, по дням недели, циклически.

Электромагнитный клапан применяется для автоматического открытия/перекрытия одной зоны системы полива по командам от блока управления (контроллера). Разные модели электромагнитных клапанов отличаются друг от друга размерами и пропускной способностью (3/4", 1", 1.5" 2"), наличием или отсутствием регулятора расхода, электрическими па-

раметрами управляющего сигнала (например, одни управляются переменным током с напряжением 24 В, другие постоянным током в 9 В).

В отдельных моделях контроллеров предусмотрена возможность подключения датчиков, что позволяют прерывать исполнение программ полива в зависимости от внешних факторов (дождь, заморозки).

### ***Второй вопрос***

Стоимость систем капельного орошения довольно высокая, поэтому очень важно правильно спланировать все работы по эксплуатации системы. Если планирование будет осуществлено неверно, что повлечет за собой неправильную эксплуатацию системы, затраты не окупятся, так как прибыль будет низкой. Выращивание овощей на капельном орошении предполагает применение самых передовых технологий, поэтому получение высоких урожаев возможно только при обязательном выполнении всех агротехнических мероприятий по защите растений, внесению удобрений, уходу за растениями.

Обслуживание системы проводится как в дневное, так и в ночное время, поэтому важно организовать работу операторов в несколько смен. Необходимо регулярно осуществлять промывку фильтростанции и постоянно контролировать давление в системе, устранять возможные утечки.

Достижение высокой эффективности применения капельного орошения для полива овощных культур возможно лишь при своевременной подаче необходимого количества воды, питательных веществ и химмелиорантов в ручном, автоматизированном или автоматическом режиме управления поливом.

Для определения сроков полива и величины поливной нормы в зависимости от вида культуры, фазы ее развития, погодных условий применяются разные способы и приборы. В последнее время значительное распространение приобретает метод определения сроков и норм полива с помощью тензиометров. Известно, что состояние почвенной влаги и доступность для растений обусловлены связью ее с частицами почвы. Энергия связи в оптимальном диапазоне содержания влаги для растений определяется капиллярным потенциалом, который и измеряется с помощью тензиометров.

Для автоматизированного управления поливами и промывания фильтров используют устройства разных конструкций. Большое распространение приобрели программаторы компаний Hunter, ORBIT, TORO, Rain Bird (США), Netafim (Израиль). В последнее время часто используется программатор, производство которого организовано в Украине. Его конструкция дает возможность руководить разным количеством электроклапанов – 6, 12, 18 и процессом внесения удобрений с поливной водой с применением узла внесения удобрений (насос и инжектор).

Одним из основных элементов, от которого зависит долговечность и эффективность эксплуатации систем капельного орошения, является узел водоподготовки.

Для обеспечения максимальной равномерности полива и долговечности системы используются регуляторы давления, которые должны быть отрегулированы в необходимом диапазоне, определяемом требованиями капельниц к рабочему давлению.

Трудоспособность системы капельного орошения также в значительной мере зависит от трудоспособности пленочных поливных трубопроводов. В процессе эксплуатации возникает угроза их закупоривания осадками солей, а также микроводорослями. Кроме того, снаружи трубопроводы могут повреждаться во время проведения разных агротехнических мероприятий, а также грунтовыми вредителями, особенно при использовании тонкостенных труб.

Для нормальной работы пленочных трубопроводов на протяжении продолжительного периода необходимо проводить профилактические мероприятия, основными из которых являются:

1. Периодические промывания трубопроводов, что оказывает содействие устранению нерастворимых остатков удобрений, зависших частиц, водорослей, которые попали в трубо-

провод вследствие механических повреждений. Для этого надо открыть концы трубопроводов и промыть их до появления чистой воды. Частота промывания зависит от конкретных условий, но не реже, чем раз в месяц.

2. Подкисление воды, что дает возможность избежать закупоривания водовыпусков солями кальция. Наиболее эффективной для этого является азотная кислота, концентрация которой в поливной воде не должна превышать 0,5%, то есть на 1 м<sup>3</sup> поливной воды нужно 5 л чистой кислоты. Продолжительность промывания – 30 минут. Столько же времени необходимо для промывания чистой водой. Частота – 1 раз в месяц и обязательно в конце оросительного сезона.

3. Хлорирование воды как средство избежания закупоривания капельниц водорослями и органическими веществами. Лучше всего использовать редкую хлорку с концентрацией в ней хлора 12,5%. Для получения необходимой концентрации на 1 м<sup>3</sup> поливной воды расходуется 400 г жидкой хлорки. Частота и продолжительность промывания те же, что и при подкислении воды.

Лучше всего подкисление и хлорирование воды проводить одновременно.

Для защиты поливных трубопроводов от грунтовых вредителей используют также агротехнический и химический методы борьбы. Агротехнический метод – это создание неблагоприятных условий для развития и размножения вредителей, то есть правильная организация севооборота. На численность грунтовых вредителей существенно влияют и мелиоративные и агрохимические мероприятия. Так, например, известкование кислых грунтов создает неблагоприятные условия для развития многих вредителей. Существенным образом ухудшает условия развития личинок пахота на зябь.

Химический метод борьбы – это обработка грунта, растений и накоплений вредителей химическими препаратами. Вносят их вместе с поливной водой. На практике наиболее эффективным является применение, например, Базудина дозой 1,2-1,8 л/га или БИ-58 дозой 2 л/га. Эффективным является также использование протравленных приманок – зерна пшеницы, ячменя.

Эффективность орошения в основном зависит от того, отвечает ли характер увлажнения грунта особенностям роста и развития корневой системы и растения в целом. Потребность растений в воде зависит от фазы развития растений. Например, результаты исследований разных научных учреждений, а также опыт их выращивания в передовых хозяйствах свидетельствует, что оптимальная предполивная влажность грунта для огурца к началу плодообразования составляет 75-80% НВ, а в период плодообразования и плодоношения – 85-90% НВ.

В отличие от традиционных способов орошения, когда увлажняется вся площадь, отведенная растению определенной схемой высева, особенностями капельного способа полива являются локальный характер увлажнения, возможность подачи воды непосредственно в зону интенсивного водопотребления растений согласно биологическим особенностям его формирования по фазам развития. Размеры и форма полосы увлажнения (ширина и глубина) определяются схемой высева, величиной поливной нормы, водно-физическими свойствами грунта, предполивной влажностью грунта, типом поливных трубопроводов и их размещением относительно строк растений, фазой их развития.

Поэтому для обеспечения формирования зоны увлажнения должны рассматриваться во взаимосвязи грунтовые (водоудерживающая способность, мощность слоя грунта, подлежащего увлажнению), агробиологические (развитие корневой системы на определенной фазе развития, оптимальный диапазон влажности грунта), технические (расходы водовыпусков и их взаимное размещение), режимные (поливная и оросительная нормы, продолжительность полива и межполивного периода) характеристики.

Продолжительность полива при капельном орошении определяется двумя показателями: величиной поливной нормы, которая может выражаться в м<sup>3</sup>/га, л на 1 м поливного трубопровода, а также расходом поливного трубопровода, который зависит от расстояния между

капельницами (10, 20, 30, 40, 50, 60 см) и их расходов, которые соответственно составляют: 1000, 500, 340, 250, 400, 210 л/ч на 100 м поливного трубопровода (при давлении в сети 0,55 атм.). Для орошения овощных культур наиболее экономичными являются первые три типа (модели), то есть с расстояниями между водовыпусками 10, 20 и 30 см и соответственно расходами 1000, 500 и 340 л/ч на 100 м трубопровода.

Определение продолжительности полива по величине поливной нормы и конкретному типу поливного трубопровода проводится по формуле:

$$t = \frac{m}{qL}, \text{ ч} \quad (1)$$

где:  $t$  – продолжительность полива, ч;  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;  $q$  – удельный расход поливного трубопровода, м<sup>3</sup>/ч на 1 м;  $L$  – общая длина поливных трубопроводов на 1 га, м/га.

При выражении величины поливной нормы в л на 1 м поливного трубопровода продолжительность полива можно рассчитать по формуле:

$$t = \frac{m}{q}, \text{ ч} \quad (2)$$

где:  $m$  – удельная величина поливной нормы, литров на 1 м трубопровода, л/м;

$q$  – удельный расход поливного трубопровода, л/ч на 1 м;

При капельном орошении влагозапасы корневого слоя грунта, как и при других способах полива, изменяются в определенном диапазоне: от наименьшей влагоемкости (верхняя граница) до предполивного порога (нижняя граница), ниже которого не обеспечиваются оптимальные условия роста и развития растений.

Для учета количества поливной воды рекомендуется вести график полива, на котором отмечается количество поданной воды, продолжительность полива и рабочее давление, количество и концентрация внесенных удобрений.

По завершению поливного сезона проводится демонтаж и закладка всех элементов на хранение. При использовании однолетней капельной трубки или ленты, она демонтируется и убирается с поля с дальнейшей утилизацией. Предварительно необходимо извлечь ремонтную фурнитуру, которая применялась в течение сезона для текущего ремонта, с целью дальнейшего использования. Важным экологическим фактором является зачистка поля от остатков капельной ленты и других полимерных отходов. Пластик в почве не разлагается, поэтому у многих фермеров поля, где применялось капельное орошение, загрязнены остатками этой системы. Для нормальной эксплуатации таких почв в будущем, крайне важно очищать поля от пластика любого вида.

Если использовалась многолетняя трубка её необходимо промыть, чтобы удалить все микро и макро частицы, накопившиеся за период эксплуатации. Для этого, на концах трубки открываются заглушки, и потоком воды промывается система до тех пор, пока не пойдет чистая вода. Эта работа проводится по поливным блокам операторами. Если для полива использовалась вода из открытых водоёмов, возникает угроза распространения сине-зеленых и других водорослей и бактерий, которые образуют слизь, забивающую капельницы. Поэтому на таких системах необходимо ввести в поливную воду хлор в концентрации 20 мг/л. Такая промывка производится через инжектор в течение 30-60 минут. Так как, в течение сезона для подкормки растений применяются удобрения содержащие соли кальция и магния, может произойти блокировка капельниц этими соевыми остатками. Для удаления этих солей в конце сезона применяют техническую азотную, ортофосфорную или хлорную кислоту в концентрации 0,6% по действующему веществу. Продолжительность кислотной ирригации около одного часа.

Подводя итог изложенному выше необходимо отметить, что сдерживающими факторами широкого распространения капельного орошения в условиях Беларуси являются высокие расходы на оплату энергоносителей для прокачки и очистки поливной воды, использования средств механизации при уходе за орошаемыми культурами, покупку растворимых удобре-

ний для фертигации. Например, высокие затраты необходимы для проведения ручной прополки растений в рядках с поливными трубопроводами в случае, если химическая прополка нежелательна или недопустима для достижения требуемого высокого качества возделываемой продукции, гарантировано свободной от содержания токсичных элементов.

Однако данный процесс можно механизировать, используя, например, предложения российских ученых (имеются соответствующие патенты на капельницу и поливной трубопровод системы капельного орошения). Для достижения поставленной цели предложено один из элементов конструкции встроенной компенсированной капельницы выполнять из магнитного материала. Поливной трубопровод с такими капельницами совмещается с устройствами для омагничивания поливной воды, что позволяет, во-первых, повысить урожайность за счет омагничивания воды, а во-вторых, проводить механизированную посадку растений непосредственно в зону орошения капельниц по сигналам от установленных впереди секций посадочной машины магниточувствительных датчиков, реагирующих на локальные магнитные поля совмещенных с капельницами микромагнитов, или магнитные поля изготовленных из магнитного материала элементов конструкции капельницы. Но главное состоит в том, что выполненная по сигналам магниточувствительных датчиков автоматизированная высадка растений позволит впоследствии проводить механизированную прополку растений в зоне расположения поливного трубопровода, так как местоположение капельниц будет обозначено совмещенными с капельницами микромагнитами. Прополку в рядках предлагается проводить почвообрабатывающей машиной, магниточувствительные датчики которой будут реагировать на локальные магнитные поля микромагнитов, расположенных в капельницах.

Реализация описанных выше и других новаций, которые предлагаются для совершенствования и повышения эффективности капельного орошения, позволяет автоматизировать (роботизировать) все элементы технологии механизированного возделывания овощных и плодово-ягодных культур, включая посадку, прополку и другие операции по уходу за растениями при снижении затрат на полив и удобрения на 30-40%.

Как видим, используя системы капельного орошения как элемент интенсивной технологии, можно существенным образом повысить культуру земледелия, войдя в новое тысячелетие умелыми хозяевами, которые ориентируются на современные, передовые технологии.