

Методика расчета и эксплуатация систем капельного орошения

Новизна, приоритеты и перспективы овощеводства



О преимуществах использования [капельного орошения](#) в сельском хозяйстве известно давно. На Украине и в России [капельное орошение](#) начали использовать более 20 лет назад. Но в овощеводстве открытой почвы, в связи с высокой себестоимостью системы, промышленное использование капельного орошения началось только в 1997 году в Каховке на поле компании ЗАО СП "Саус Фуд Инк" (Компания "Чумак"). В 2001 г. в одном Каховском районе более 500 га овощных культур было размещено на капельном орошении, а в 2004 году суммарная площадь овощных на капельном орошении была более 5500 га, причем более половины приходилось на Херсонскую область. Сегодня наблюдается тенденция увеличения площадей под капельным орошением на 30-100% за год.

Основные термины и определения

[Капельное орошение](#) применяется в овощеводстве в промышленных масштабах на юге Украины с 1997 года. Положительные результаты на всех сельскохозяйственных культурах и на всех типах почв способствовали динамичному развитию этого способа орошения. Успех в применении капельного орошения радикально изменил современный подход к комплексу вода - почва - растение, на фоне дозированного режима питания, и способствовал новому подходу в области орошения вообще. Как любая система, капельное орошение имеет свою терминологию, которую необходимо знать:

- Источник водоснабжения - канал, бассейн или скважина, откуда производится забор воды;
- Насосная станция и водозабор предназначены для забора воды из источника;
- Фильтрационная станция предназначена для доведения качества воды до установленных параметров. В зависимости от наличия в воде определенных примесей и величины орошаемой площади, фильтрационная станция может включать сетчатые, дисковые, гравийные, гидроциклонные фильтры или их комбинации;
- Узел внесения удобрений - предназначен для дозированной внесения, совместно с поливной водой, удобрений и СЗР. Может состоять из удобрительной головки и инжектора или дозатора, а также емкости для приготовления раствора удобрений;
- Контроллер - устройство для автоматического контроля и управления работой [системы капельного орошения](#);

- Регулятор давления - устройство для поддержания постоянного давления в системе, согласно паспортных данных;
- Оросительные трубки или ленты - капельные линии, укладываемые параллельно друг другу, согласно технологии, и соединенные с поперечной магистралью трубопровода;
- Эмиттеры - капельные увлажнители (капельницы) скрепленные с трубопроводом или составляющие с ним единое целое, в зависимости от конструкции. Их назначение - дозированный выпуск воды из трубопровода в небольших количествах.

Классификация и типы оросительных трубок



Трубки классифицируются:

- По типу трубки - лента или шланги.
- По типу капельницы - с жесткой капельницей и мягкой. Компенсированные и не компенсированные.
- По жесткости - мягкие (тонкие, однолетние) и жесткие (прочные).

Комплектация систем капельного орошения. Основные составляющие системы капельного орошения.

В настоящее время базовая комплектация системы капельного орошения состоит из:

- Источника водоснабжения;
- Узла подготовки и внесения удобрений;
- Фильтростанции;
- Магистральных трубопроводов;
- Регуляторов давления;
- Разводящих трубопроводов;
- Соединительной фурнитуры;
- Запорной фурнитуры.
- Дополнительно система может содержать узлы автоматического контроля и управления системой, а также учета расхода воды.

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. 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 фильтрования 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.

Дисковые фильтры разработаны для более глубокого фильтрования. Состоят из корпуса и фильтрующего элемента в виде набора плотно сжатых тонких дисков с радиальными канавками. Они сочетают надежность и наименьшую себестоимость обслуживания. Используются для удаления неорганических и органических частиц. Обычно используются при заборе воды из скважин. При засорении могут промываться обратным потоком воды.

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. Гидроциклоны используются для разделения и удаления тяжелых частиц из воды (в основном песка). Используются при большом загрязнении воды тяжелыми частицами, для предварительной очистки.



Методика расчета систем капельного орошения

Определение потребности в воде, на заданную площадь, и количества [оросительной трубки](http://poliv.info)

Агрономия не является точной наукой, как, например математика. И не смотря на то, что, на протяжении нескольких веков в этой области проводились масштабные исследования, получен значительный объем информации о влиянии орошения, удобрений и т.д. на развитие растений, мы не можем говорить о полном прогнозировании и планировании процессов в с/х производстве. Тем не менее, даже при отсутствии четких зависимостей, мы можем, исходя из имеющейся информации, оказывать значительное влияние на урожайность с/х культур путем корректировки определенных факторов. Одним из таких факторов является орошение. А если речь идет об орошении в овощеводстве, то на сегодняшний день можно с уверенностью говорить о том, что наиболее эффективным является капельное орошение.

Выбрав на основе почвенных, водных, маркетинговых исследований набор культур, их площади и фирму - производителя оборудования переходят непосредственно к расчету самой системы, используя следующий порядок проектирования.

- Предварительный расчет водопотребления;
- Расчет количества оросительной трубки на участок, согласно схемы посадки;

- Деление участка на поливные блоки (учитывается длина рядов, мощность насоса, дебет скважины)
- Подбор фильтростанции (учитывается расход воды по блокам, желаемое время полива участка)
- Подбор материалов магистральных и разводящих трубопроводов.

Для начала определяют максимальную ежедневную потребность в воде с целью проверки возможностей водоисточника, выбора фильтростанции и остальной фурнитуры. На юге за максимальную ежедневную оросительную норму принимают 60-70 м³/га. Исходя из этого, и производят предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции по формуле:

$$Q = \frac{60 \text{ м}^3/\text{га} \cdot S}{T}$$

Где: Q - пропускная способность фильтростанции, м³/ч; S - планируемая площадь орошения, га; T - планируемое время работы системы в сутки, 16-20 ч.

Если источник водоснабжения позволяет расчетный расход воды, следует переходить к следующему этапу расчета проекта. Расчет количества оросительной трубки ведется, с учетом перечня возделываемых культур.

Для каждой культуры, с учетом возделываемой площади и схемы посадки, рассчитывается потребность в оросительной трубке:

$$L_t = \frac{S_k \cdot 10000}{L}$$

Где: L_t - потребность в [оросительной трубке](#), м; S_k - площадь возделываемой культуры; L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки).

Разбивка участка на поливные блоки или зоны.

При разбивке участка на поливные блоки необходимо знать, что максимальная пропускная способность магистрального рукава LAY FLAT 4" составляет 80 м³/ч, а пропускная способность - LAY FLAT 3" - 40 м³/ч. В особых случаях возможно повышение пропускной способности на 10-15%. Следовательно, водопотребление одного поливного блока, не должно превышать пропускной возможности трубопровода. Поскольку, в качестве отводного трубопровода используются, помимо гибких рукавов, и жесткие трубопроводы из ПНД, то за контрольные показатели для разбивки на блоки, следует брать значения пропускной способности трубопроводов (табл. 1).

Таблица 1. Максимальная пропускная способность [трубопроводов](#)

Пример: Культура - томаты.

Расстояние между оросительными лентами - 1,8 м.

Магистральный трубопровод - LAY FLAT - 4".

Расстояние между эмиттерами - 0,3 м.

Расход воды на один эмиттер - 1,1 л/ч.

Зависимость для расчета размеров поливного блока, Га:

$$S = \frac{Q_t \cdot L \cdot x}{10 \cdot q}$$

где: Q_t - Пропускная способность разводного трубопровода, м³/ч;
 L - Расстояние между оросительными трубками (схема посадки), м;
 x - Расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м.
 q - норма вылива одного эмиттера л/ч.

Далее определяется предварительное количество поливочных блоков. Для этого общую площадь возделываемой культуры делят на расчетную площадь блока и округляют в сторону увеличения. При невозможности размещения или экономической нецелесообразности расчетного количества поливочных блоков идут на увеличение их количества.

Для определения расхода воды на гектар пользуются следующей зависимостью, м³/ч:

$$W = \frac{10 \cdot q}{L \cdot x}$$

Следующий этап - определение геометрических размеров [поливочных блоков](#). Магистральный трубопровод, может проходить через поливной блок по середине (или со смещением), или по границе поливного блока. Более выгодно, в большинстве случаев, разводной трубопровод располагать по середине орошаемого блока с двусторонней разводкой оросительных трубок, из-за высокой стоимости трубопровода. Однако, нельзя забывать, что у капельной ленты есть ограничение максимальной длины. В отдельных случаях экономически более целесообразно одностороннее расположение оросительных трубок относительно разводного трубопровода при неудобной конфигурации поля и высоких затратах на магистральные трубопроводы.

Второй фактор, влияющий на геометрические размеры поливных блоков - это техническая характеристика оросительной трубки. Можно задавать 5-15% неравномерностью полива. Для самой массовой, оросительной трубки (диаметром 16 мм, норме вылива на эмиттер 1,2 л/ч и расстоянием между эмиттерами 0,3 м) при неравномерности 10% максимальная длина поливных линий составляет около 150 м. Таким образом, необходимо изучить технические характеристики предлагаемой оросительной трубки. Разбивая поле на поливочные блоки, экономически целесообразно использовать поливочные линии длиной 70-90% от максимальной. Определив длину поливочных блоков, рассчитывают длины магистральных трубопроводов.

Следует не допускать выращивания в одном блоке разных культур, особенно с разными нормами полива и нормами удобрений. Если возникает такая необходимость, используют соединительные фитинги с кранами. Также нельзя использовать различные схемы посадки с разных сторон одного разводного трубопровода.

Уточнение потребности в воде и составление схемы полива

После определения количества и размеров поливочных блоков уточняют расход воды на каждый поливочный блок, м³/ч:

$$W_1 = W \cdot S_1$$

где W_i - расход воды конкретного поливочного блока;
 W - расход воды на гектар используемой схемы посадки;
 S_b - площадь конкретного поливочного блока.

Следующий этап составление схемы полива. Для этого максимальная поливная норма (60-70 м³/га) делится на гектарный расход воды (м³/га в час), используемой схемы посадки и определяется максимальное время полива конкретного блока. Для рассматриваемого примера (томаты) гектарный расход воды (за один час работы системы) составляет 26 м³, а максимальное время полива (при максимальной дневной норме 70 м³/га) около 3 часов.

Выбор установки фильтростанции

При выборе фильтростанции необходимо учитывать источник водоснабжения (открытый водоем или скважина), степень загрязненности воды и вид загрязнителя, часовую потребность в воде (пропускную способность), а также производительность насосной станции и количество других потребителей. Следует иметь ввиду наличие необходимости проведения анализов воды на химический состав, наличие биологических и механических загрязнителей с целью определения пригодности для орошения и подбора фильтростанции. При использовании поливной воды из открытых водоемов, следовательно, имеющей большое количество биологических загрязнителей, необходимо включать в состав фильтростанции песчано-гравийный фильтр, а при большом количестве взвешенных песчаных частиц целесообразно использование гидроциклонов. Также, помимо песчано-гравийного, в состав фильтростанции (при заборе воды с открытых водоемов) входит страхующий сетчатый или дисковый фильтр.

Если используется вода со скважины то, обычно достаточно одного дискового или сетчатого фильтра. При большом количестве взвешенных песчаных частиц целесообразно использование гидроциклонов. Определившись с типом фильтростанции, на основании анализа источника водоснабжения, переходят к выбору типа фильтров и расчета их количества.

Перед выбором пропускной способности фильтростанции, необходимо уточнить производительность (при наличии) насосной станции и наличие других потребителей воды. При избыточной мощности насосной станции возможна ситуация когда дополнительные затраты на подачу воды превысят стоимость дополнительных фильтров. Поэтому необходимо также экономическое обоснование пропускной способности фильтростанции. Определившись с максимально необходимой пропускной способностью фильтростанции и ее типом, начинают комплектацию. По пропускной способности подбирают марку фильтра и их количество. Также выбирается удобрительный узел. Удобрительный узел обычно состоит из задвижки, инжектора и соединительно-запорной арматуры. В зависимости от пропускной способности фильтростанции инжектор может быть от 0,5" до 1,5".

Расчет магистральных трубопроводов

Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в определении диаметров трубопроводов по известному расходу воды и потерь напора на всех ее участках, а также определения минимального давления на входе системы.

Диаметр трубопроводов D , определяется по формуле, м:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W_i}{3600 \cdot v}}$$

где: 1,13- коэффициент получаемый при переходе от живого сечения потока к диаметру

трубопровода;

W_i - Расчетный поток воды, протекающий по данному участку трубопровода, м³/ч;

V - Экономически целесообразная скорость движения воды в трубопроводе - 0,9...1,9 м/с.

Полученные фактические значения диаметров труб округляем до ближайшего большего стандартного значения.

После определения диаметров трубопроводов определяем фактическую скорость движения воды в трубопроводах V_f , м/с:

$$V_f = \frac{W_i}{w}$$

w - площадь живого сечения трубопровода м²;

D_f - принятый диаметр трубопровода, м.

$$w = \frac{\pi \cdot D_f^2}{4}$$

Потери напора h_n , м (примерно 0,1 бар), определяются по формуле:

$$h_n = A \cdot L_t \cdot b \cdot W_i^2$$

где: A - удельное сопротивление труб, (с/м²),

L_t - расчетная длина трубопровода, м;

b - поправочный коэффициент

Порядок расчета трубопроводов:

- Определяются диаметры трубопроводов по расходу воды и скорости потока для каждого участка;
- Определяются потери напора по участкам;
- Определяется максимальная потеря напора;
- Определяется минимальное входное давление;
- Сравниваются возможности источника водоснабжения с потребностями системы.

Порядок и основные требования к монтажу

На участке предназначенном для размещения системы [капельного орошения](#) предварительно проводится предпосевная обработка почвы и, при необходимости, внесение почвенных гербицидов. Монтаж производится в следующей последовательности:

- Монтируется фильтростанции и магистральные трубопроводы, согласно проекта;
- Производится посев и укладка оросительной трубки при сеяной культуре, или укладка трубки при рассадной культуре (производится вручную или с помощью укладчиков расположенных на раме сеялки или культиватора);
- Укладывается распределительный трубопровод и подсоединяется к магистральному трубопроводу;

- Оросительные трубки, через фитинги, подсоединяются к распределительному трубопроводу. Для этого в трубопроводе, с помощью перфоратора, делаются отверстия под фитинг;
- Промывают систему водой в течении 10-15 минут. Для этого в начале промывают фильтростанцию до появления чистой воды, а затем промывают оросительные трубки;
- По окончании промывки закрывают концы оросительных трубок;
- Производят регулировку давления согласно паспортных данных.

Эксплуатация системы

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. Система [капельного орошения](#) не защищена от неправильной обработки почвы и ухода за растениями, поэтому все работы необходимо выполнять своевременно и качественно.

Качество каждой из систем зависит от толщины (плотности) трубки или ленты. Трубка или лента с высокой плотностью может использоваться несколько лет. Срок использования наиболее тонкой ленты составляет один год. Лента с наименьшей плотностью закладывается в почву на глубину 5 см. Более плотная трубка или лента может использоваться на поверхности почвы. При эксплуатации самой тонкой ленты важно проследить, чтобы она была уложена в почву точно на глубину 5 см. К сожалению, ещё нет техники для точной укладки ленты в почву, различия в глубине составляют ± 5 см. Если лента расположена слишком глубоко, есть риск изменения давления и объема воды в ленте, так как после сильных дождей почва существенно уплотняется. Так же будет трудно убрать ленту из почвы после окончания сезона, если она находится слишком глубоко в почве.

Если лента с наименьшей плотностью расположена слишком мелко, могут возникнуть проблемы с почвенными вредителями (проволочник, медведка). Очень важно сразу же после укладки ленты внести в почву с поливной водой инсектициды в следующей пропорции:

Децис форте- 0,1 л/га.

Базудин -1,5 л/га.

Золон - 1,5л/га.

К сожалению достаточно эффективных препаратов по борьбе с почвенными вредителями ещё нет. Наряду с этим тонкая лента может повреждаться воронами. 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.

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.

Методика проведения кислотова оросительной трубки.

- Первый метод:
 - Определение расхода воды на оросительный блок;
 - Определение количества кислоты по расходу воды и времени кислотова;
 - Подготовка маточного раствора;
 - Закачка маточного раствора в систему в течение 30 минут;
 - Промывка системы орошения в течение 30 минут.
- Второй метод:
 - Определение количества воды под заданное количество кислоты;
 - Определение производительности оросительной трубки в зависимости от рабочего давления;
 - Определение рабочего давления в трубке для достижения заданной производительности;
 - Подготовка маточного раствора;
 - Настройка давления в системе;
 - Проведение кислотова по первому методу.

кандидат технических наук, доцент **Алба В.Д.**
член корреспондент УААН, доктор технических наук, профессор **Кушнарев А.С.**,
директор НК АТК **Иванов Г.И.**

Статья взята из газеты " Химия Агрономия Сервис" №47-50