

Расчет, монтаж и эксплуатация систем капельного орошения

Агрономия не является точной наукой, как, например, математика. 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.

Термины и определения

капельное орошение — это метод полива при котором вода и питательные вещества подаются непосредственно в корневую зону растений.

- **Источник водоснабжения** — канал, бассейн ил и скважина, откуда производится забор воды;
- **Насосная станция и водозабор** — предназначены для забора воды из источника;
- **Фильтрационная станции** — 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 дозированного внесения, совместно с поливной водой, удобрений и СЗР. Может состоять из удобрительной головки и инжектора или дозатора, а также емкости для приготовления раствора удобрений;
- **Регулятор давления** — устройство для поддержания постоянного давления в системе, согласно паспортных данных;
- **Оросительные трубки** — 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.

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 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.



- **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 откалиброванный по фракциям гравий, 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.

Удобрительный узел предназначен для дозированного внесения удобрений и средств защиты растений от почвенных вредителей.

Выбрав на основе почвенных, водных, маркетинговых исследований набор культур, их площади переходят непосредственно к расчету самой системы.

Порядок проектирования системы капельного орошения:

- Предварительный расчет водопотребления
- Расчет количества оросительной трубки на участок, согласно схемы посадки
- Деление участка на поливные блоки (учитывая длину рядов, мощность насоса, дебет скважины)
- Подбор фильтрационной станции (учитывая расход воды по блокам, желаемое время полива участка)
- Подбор магистральных и разводящих трубопроводов

Для начала определяют максимальную ежедневную потребность в воде для сравнения с имеющимся лимитом источника водоснабжения, определения типа и характеристик станции фильтрации и остальной фурнитуры. Предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции и мощности водоисточника производят по формуле:

$$Q = \frac{40 \text{ м}^3/\text{га} * S}{T}$$

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:

$$L_T = \frac{S_k * 10\ 000}{L} \text{ м.}$$

где: L_T - потребность в оросительной трубке;
S_k - площадь возделываемой культуры;
L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки).

Разбивка участка на поливочные блоки.

При разбивке участка на поливочные блок и необходимо знать, что максимальная пропускная способность разводного рукава LFT 4" составляет примерно 80м³/ч, а пропускная способность рукава LFT 3" -40м³/ч. В особых случаях возможно повышение пропускной способности на 10-15%. Следовательно, водопотребление одного поливного блока не должно превышать возможности разводного трубопровода. Поскольку в качестве разводного трубопровода используются помимо гибких рукавов и жесткие трубопроводы то за контрольные показатели для разбивки на блоки принимают следующие значения (табл. 1).

Максимальная пропускная способность разводных трубопроводов.

№	Диаметр трубопровода, мм.		Пропускная способность, м ³ /ч.	
1	●	25	●	4
2	●	32	●	6
3	●	63	●	23
4	●	75	●	40
5	●	110	●	80
6	●	125	●	88
7	●	140	●	110

Таблица 1.

Исходя из диаметров разводящих трубопроводов и схемы посадки, выбирается площадь поливочных блоков.

Пример:

Культура — томаты.

Расстояние между оросительными трубками — 1,3 м.

Разводной трубопровод — LFT 4".

Расстояние между эмиттерами — 0,3 м.

Расход воды на один эмиттер -1,4 л/ч

Зависимость для расчета размеров поливочного блока:

$$S = \frac{Q_t * L * x}{10 * q} \text{ га};$$

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.

Тогда размеры поливочного блока
для предлагаемого примера:

$$S = \frac{0 * 1,8 * 0,3}{10 * 1,4} = 3,09 \text{ га};$$

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:

$$W = \frac{10 * q}{L * x} \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Следующий этап — определение геометрических размеров поливочных блоков.

Разводной 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. В отдельных случаях экономически более целесообразно одностороннее расположение оросительных трубок относительно разводного трубопровода при неудобной конфигурации поля и высоких затратах на магистральные трубопроводы. Вторым фактором, влияющим на геометрические размеры поливных блоков это техническая характеристика оросительной трубки. Можно задавать от 5 до 15% неравномерности полива. Для самой массовой, оросительной трубки (диаметром 16 мм, норме вылива на эмиттер 0.9 — 1 л/ч и расстоянием между эмиттерами 0,3 м} при неравномерности 10% средняя длина поливных гонов составляет около 170 м. Таким образом, необходимо изучить технические характеристики предлагаемой оросительной трубки. Разбивая поле на поливочные блоки экономически целесообразно использовать поливочные гоны длиной 0,7-1,0 от максимальной. Определив длину поливочных блоков, рассчитывают длины разводных трубопроводов. Для этого делят площадь поливочных блоков на размах поливочных блоков. 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.

$$W_i = W * S_b \text{ м}^3/\text{ч.}$$

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 (40-50 м³/га) делится на гектарный расход воды (м³/га*ч), 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 условно принятой в данном примере) около 3 часов. При составлении схемы полива удобнее все поливочные блоки и максимальное время их полива (пример табл. 2) заносить в таблицу.

Составление схемы полива

Таблица 2

№ блока	Культура	Площадь, га.	Расход воды, м ³ /ч	Макс. время полива, час.	Схема полива	Макс. время полива по схеме, час.
1	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 1	• 1,5
2	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 1	• 1,5
3	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 2	• 1,5
4	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 2	• 1,5
5	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 3	• 1,5
6	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 3	• 1,5
7	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 4	• 1,5
8	• Лук	• 1,25	• 65	• 1,5	• 4	• 1,5
9	• Картофель	• 2,5	• 83	• 2,5	• 5	• 2,5
10	• Картофель	• 2,5	• 83	• 2,5	• 6	• 2,5
11	• Томат	• 2	• 52	• 3	• 7	• 3
12	• Томат	• 2	• 52	• 3	• 7	• 3
13	• Капуста	• 1	• 33	• 2,5	• 7	• 3
Итого		• 20		•		14

Проанализировав таблицу 2 мы видим, что максимальное время полива составляет 14 часов, а максимальный расход воды, согласно схемы полива, 137 м³/ч. Эти значения являются контрольными при дальнейших расчетах.

Выбор станции фильтрации.

При выборе фильтростанции необходимо учитывать источник водоснабжения (открытый водоем ил и 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 наличия 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 частиц целесообразно использование гидроциклонов или комбинаций фильтров.

Так же, помимо песчано-гравийного, в состав фильтростанции (при заборе воды с открытых водоемов) включать 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. Выбираем удобнительный узел обычно он 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.

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 фильтростанция 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 (lft) 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 систем у 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.

Эксплуатации системы.

Очень важно правильно спланировать все работы по эксплуатации системы. Если планирование будет осуществлен о неверно, что повлечет за собой неправильную эксплуатацию системы, затраты не окупятся, так как прибыль будет низкой. Выращивание овощей на капельном орошении предполагает применение 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. Существуют две различные системы капельного орошения — трубка капельного орошения и лента капельного орошения. 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 5см. К сожалению, на практике 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. 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 ее 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 водоемов, 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 магнии**, может произойти блокировка капельниц этими солевыми 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. После применения таких препаратов необходимо провести промывку чистой водой в течение 30-40 минут. После проведения всех этих мероприятий, капельная трубка сматывается в бухты и закладывается на хранение. При сматывании необходимо удалить из трубки воду. Хранить трубку необходимо в помещении или герметичной емкости.

Следующим этапом в подготовке к хранению является демонтаж гибкого шланга LFT. Соединители LFT-трубка (капельная лента) со шланга лучше не снимать, так как при этом можно повредить соединительные гнезда. Перед демонтажем необходимо провести промывку чистой водой, для удаления всех механических частиц. После этого гибкий шланг аккуратно сворачивается, при этом не допускаются перегибы и деформация. Производится измерение длины каждого рукава, и навешивается этикетка, с указанием метража и схемы посадки, на которой он применялся. Хранить гибкий шланг лучше совместно с капельной трубкой.

Задвижки и шаровые краны необходимо очистить от загрязнения, промыть в воде. Все части подверженные коррозии смазать техническими смазками. При хранении необходимо избежать попадания на них влаги. Гравийно-песчаные фильтростанции освобождаются от гравия, вымываются чистой водой. Перед установкой на хранение их необходимо высушить. Все задвижки на фильтростанции смазываются техническими смазками и герметизируются. Фильтрующий гравий необходимо промыть в проточной воде на решетках и произвести обеззараживание растворами технических кислот для уничтожения сине-зеленых водорослей и бактерий. Концентрация рабочего раствора составляет 0,6 % действующего вещества. Дисковые и сетчатые фильтра необходимо тщательно промыть в чистой воде. Если на них имеются солевые отложения, проводится промывка в таком же растворе технических кислот. После этого все части снова промыть в чистой воде, и высушить. Хранить их лучше в собранном виде.

Очень важным моментом является удаление воды из всех элементов капельного орошения. При попадании воды возможно размораживание и повреждение частей орошения при низких температурах.

От тщательности подготовки всей системы капельного орошения к правильному хранению в зимний период зависит долговечность работы вашей системы, что позволит сэкономить ваши средства.

Каждый, использующий капельное орошение, должен принимать меры по очистке поля от остатков оросительной системы в конце сезона. К сожалению, некоторые игнорируют это, что может привести к большим проблемам в дальнейшем. Земля будет использоваться для сельскохозяйственного производства и в будущем, поэтому важно заблаговременно подумать о будущих проблемах производителей и предотвратить их по мере возможности. Мы должны

работать на чистых полях, а не расходовать средства и время на очистку загрязненных, нами же в прошлом территорий спустя много лет.