

**Внутрипочвенное орошение** — это подача поливной воды непосредственно в корнеобитаемый слой при помощи увлажнителей различных конструкций. При этом обеспечивается хорошая аэрация почвенного слоя и на протяжении всего вегетационного периода поддерживается оптимальная влажность почвы.

Внутрипочвенное орошение наиболее эффективно в районах с дефицитом оросительной воды, в первую очередь в пригородных хозяйствах, где на орошение можно использовать хозяйственно-бытовые и животноводческие стоки для удобрительного орошения, а также теплые воды ТЭЦ и АЭС для отопительного орошения.

Внутрипочвенный полив по трубам-увлажнителям, проложенным на глубине 0,4...0,6 м, — удобный и перспективный способ воздействия на растение при культуре открытого и особенно закрытого грунта (теплицы, парники). При внутрипочвенном орошении корнеобитаемый слой увлажняется посредством регулирования уровня грунтовых вод.

При внутрипочвенном орошении воду на поле подают по каналам или трубопроводам, из которых она поступает в трубы, лотки или кротовины, устроенные на небольшой глубине от поверхности земли, увлажняя активный слой почвы за счет капиллярных сил и всасывающей способности почвы.

**К достоинствам внутрипочвенного орошения относятся:**

- механизация процессов сельскохозяйственных работ и высокий коэффициент полезного использования орошаемой территории;
- сохранение структуры верхних слоев почвы и поддержание их в рыхлом состоянии;
- возможность загущения посевов с учетом оптимальной площади питания и направления рядков растений исходя из оптимального светового режима, а, следовательно, из максимального использования солнечной энергии;
- снижение поливных норм и более продуктивное использование поливной воды;
- возможность двустороннего регулирования водного режима осушенных земель;
- сочетание полива с одновременным внесением непосредственно в зону корней растворимых питательных веществ;
- возможность сочетания увлажнения с одновременным обогревом почвы термальными и сбросными теплыми водами ТЭС;
- возможность автоматизации, а следовательно, и снижение затрат ручного труда на поливе.

**Недостатки:**

- возможность применения на почвах только с хорошей капиллярной проводимостью, то есть на суглинистых почвах или на легких почвах при наличии на небольшой глубине водоупора;
- неприменимость на засоленных почвах с близким залеганием минерализованных грунтовых вод, а также при большом (50%) содержании карбонатов, вызывающих просадку грунта;
- необходимость подачи чистой воды в связи с возможностью заиливания трубопроводов-увлажнителей;
- большая потребность в трубах и высокие, как правило, одновременные капитальные вложения в строительство и оборудование системы.

Существует несколько разновидностей систем внутрипочвенного орошения. По напору в сети различают напорные с гравитационно-капиллярным увлажнением, низконапорные с капиллярно-гравитационным увлажнением и адсорбционные (вакуумные) с капиллярным увлажнением почвы.

По продолжительности нахождения увлажнительной сети на участке системы внутрипочвенного орошения делят на стационарные, полустационарные с мобильными

инъекционными машинами, стационарно-сезонные (кротовые увлажнители, микропористые увлажнители), временные для одноразового использования (кротование).

По конструкции увлажнительной сети: с трубчатыми пористыми увлажнителями (гончарные и керамические трубки), трубчатыми перфорированными увлажнителями, инъекционными устройствами (гидробуры, гидропушка для бесконтактной инъекции, культиваторы с полыми сошниками-инжекторами). Наиболее распространены системы с трубчатыми перфорированными увлажнителями.

Оросительная система при внутрпочвенном орошении может быть полузакрытой или закрытой. При полузакрытой системе каналы устраивают открытыми, а трубы-увлажнители — закрытыми. В этом случае головки труб-увлажнителей укладывают на заданном уровне на некоторой высоте от дна оросителя, чтобы созданием необходимого напора одновременно как можно больше включать в полив труб-увлажнителей. При закрытой системе всю проводящую и регулирующую сеть устраивают из закрытых трубопроводов. Наиболее совершенной является закрытая система. Она повышает коэффициент земельного использования (КЗИ), позволяет полностью автоматизировать полив, внесение удобрений и промывку системы. Подводящие и распределительные трубопроводы при внутрпочвенном орошении прокладывают из обычных асбестоцементных труб на глубине не менее 50...60 см от поверхности земли. Трубы-увлажнители прокладывают на глубине 45...50 см на расстоянии обычно 1,25...1,5 м, но не более 2,0 м. Трубы-увлажнители могут быть гончарными или перфорированными из полиэтилена или поливинилхлорида. Вода из труб в почву поступает через стыки гончарных труб 1,0...1,5 мм или через перфорацию.

Длину труб-увлажнителей принимают в пределах 150...250 м, в среднем 200 м. Во избежание заиливания трубы-увлажнители промывают. По характеру действия различают безнапорные и напорные системы. При безнапорной системе вода продвигается по трубам самотеком. Чтобы трубы-увлажнители не заилились, их прокладывают к полевому водосбросному трубопроводу-коллектору с уклоном не менее 0,004...0,005; скорость движения воды в трубах тогда не менее 0,7...0,8 м/с. При напорной системе увлажнение почвы происходит под напором. Напорные системы при периодической подаче воды эффективнее безнапорных. Они позволяют увеличить расстояние между трубами-увлажнителями до 2...3 м; сокращают сроки полива и поливные нормы; растворяют и вымывают водорастворимые соли из зоны корневой системы растений; осуществляют периодическую промывку закрытых увлажнителей.

При напорной системе трубы-увлажнители прокладывают с обратным уклоном к трубопроводу, который является не только оросителем, но и коллектором.

Прокладку труб закрытой оросительной сети при внутрпочвенном орошении проводят при помощи специальных машин — траншейных экскаваторов и дреноукладчиков. Для устройства труб-увлажнителей используют готовые полиэтиленовые трубы диаметром 40, 50 и 70 мм, которые укладывают в почву при помощи машины ДПБН-1,8, при укладке гончарных труб — Д-659А.

ВПО также применяют для орошения овощных культур в защищенном грунте. Здесь наиболее приемлема трубчатая внутрпочвенно-увлажнительная сеть, которая хорошо сочетается с обогревом теплиц. Воздух в теплице обогревается радиаторами водяного отопления, а для обеспечения нужной температуры почвы в холодные периоды вода, питающая систему, подогревается через смесители, смонтированные в местах выдела воды в распределительные трубопроводы. Для обогрева почвы применяют паровоздушную смесь и пар. Пока корневая система растений малоразвита, высокая температура воды не опасна, но с развитием корневой системы надо следить, чтобы она не превышала 45 °С.

Разработан машинный способ ВПО, основанный на механизированной подаче воды на заданную глубину одновременно с рыхлением почвы. При этом вода подается к агрегату под напором по гибкому шлангу, затем по рабочим органам (полым лапам)

вводится в почву. Напор в шланге создает передвижная насосная станция, находящаяся у водоисточника. Гибкий шланг во время полива наматывается на специально навешенную на трактор катушку, вращающуюся синхронно со скоростью движения агрегата (при движении к середине гона), затем разматывается (при движении от середины к концу гона). Длина шланга 150 м, диаметр 89 мм, глубина подачи воды в почву 25...35 см. Оросительная сеть для подачи воды состоит из подземных оросительных трубопроводов с гидрантами, давление на гидрантах 0,6...0,7 МПа.

Агрегатом управляет один тракторист, за смену он может полить 5...8 га. Для проведения поливов агрегатом не требуется планировки орошаемого поля. При использовании агрегата для ВПО сточными водами насосную установку оборудуют фекальным насосом.

Трубчатые системы ВПО применяют для подъема и регулирования уровня пресных грунтовых вод в зоне избыточного увлажнения при двустороннем регулировании водного режима переувлажненных почв.

Увлажнение почвы путем регулирования уровня пресных грунтовых вод, называемое за рубежом субиригацией, в засушливой зоне осуществимо при наличии сплошного водоупора под всей орошаемой площадью и при отсутствии вредных солей в почве и воде (такие условия имеются в поймах рек ледникового питания). В таких условиях воду подают в заложенные под почву увлажнители относительно редкого расположения (через 10...100 м) при близком уровне пресных грунтовых вод и водоупора.

*Элементы техники орошения.* К ним относятся: глубина заложения увлажнителей (0,4 ... 0,6 м); напор (0,2... 0,5 м); удельный расход (0,02 ... 0,33 л/с на 100 м длины); длина (50 ... 200 м); расстояние между увлажнителями (1,0...3,5 м); продолжительность полива.

На элементы техники внутрипочвенного орошения влияют водопроницаемость почв, уклон, сложность микрорельефа, мутность воды. От принятых значений элементов техники орошения зависит качество полива, которое оценивается равномерностью увлажнения по длине, глубиной неувлажняемого слоя почвы, глубинной утечкой воды.

Система внутрипочвенного орошения состоит из насосной станции, очистных сооружений, распределительной и увлажнительной сети, водовыпускных сооружений, водоотводного аэрационного трубопровода, контрольно-вентиляционных сооружений.

При внутрипочвенном орошении вода распределяется или по всей орошаемой площади, или на определенном участке по пористым полиэтиленовым трубам (увлажнителям) диаметром 20–40 мм, толщиной 1,5–2 мм, длиной до 200 мм. В них проделывают ряд круглых отверстий диаметром 2–3 мм или щелевые отверстия длиной 5–10 мм, шириной 1–2 мм. Глубина укладки увлажнителей находится в прямой зависимости от глубины обработки почвы. Обычно их располагают на глубине на 20–30 см. При этом расстояние между ними должно быть 40–90 см. Напор воды, подаваемой в увлажнители, не должен быть большим (0,2–0,5 м). Ее расход при этом будет составлять 0,1–0,3 л/с, хотя для лучшей приживаемости рассады и дружного прорастания мелкосемянных культур иногда можно создать такой напор воды, чтобы она поднялась до поверхности почвы. Но при этом вполне вероятно появление фонтанчиков и, как следствие, размывание почвы и образование корки после полива. В результате ухудшится воздухопроницаемость верхнего слоя почвы и увеличится ее иссушение.

Для внутрипочвенного орошения вполне возможно использование хозяйственно-бытовых вод, а также отстоянных животноводческих стоков. Причем заражения окружающей среды и растений при этом способе полива не происходит: микроорганизмы, находящиеся в почве, обезвреживаются болезнетворные микробы в воде. Если для внутрипочвенных поливов используется мутная вода, то в начале системы устраивают отстойники. Также для таких поливов не подходит вода, содержащая большое количество взвесей. Они оседают в увлажнителях и значительно сокращают срок службы оросительной системы. Чтобы предотвратить забивание трубок мусором и частицами почвы, воду необходимо подавать через сетчатые или песчаные фильтры. Особое

внимание при укладке увлажнителей следует обращать на тип почвы. Например, на суглинистых почвах расстояние между трубками будет больше, чем на супесчаных. На расстояние между увлажнителями также большое влияние оказывают нормы полива. Соответственно, чем больше нормы полива, тем дальше друг от друга должны располагаться увлажнители. Для того чтобы выбрать необходимое именно для вашего участка расстояние между увлажнителями, через несколько дней после полива раскопайте землю в 2–3 местах по длине трубок. Так можно определить, правильно ли выбраны норма полива, глубина закладки увлажнителей и насколько далеко распространяется влага в глубину и в стороны. Величину поливной нормы также определяют по темным пятнам после полива, образующимся на поверхности почвы там, где проложены увлажнители. Чтобы вода, вытекающая через отверстия в трубках, распространялась вверх и в стороны, а не в глубину, следует использовать ленты из полиэтиленовой пленки шириной 20–30 см, которые располагают под трубками. Внутрипочвенное орошение широко применяется в теплицах. Там увлажнители необходимо укладывать на глубину 25 см по уклону вдоль стеллажей. Уклон нужен для вытеснения воздуха водой. Если ширина стеллажей 80 см, достаточно и одного увлажнителя, а на более широких понадобятся два с расстоянием между ними 80 см. В теплицах и парниках увлажнители можно использовать как для полива, так и для обогрева. Это усилит эффект внутрипочвенного орошения. Обогрев осуществляется с помощью теплой воды или пара. Он помогает регулировать температурный режим почвы, утеплять надпочвенный слой воздуха и тем самым препятствует вымерзанию растений.

Очистка оросительных вод осуществляется сетчатыми и гравийными фильтрами, а сточных вод — специальными отстойниками различных конструкций. В качестве увлажнителей рекомендуют применять полиэтиленовые трубопроводы диаметром 20–40 мм. Длина их 50–200 м. При этой длине обеспечивается равномерное увлажнение почвы. Расстояние между увлажнителями на суглинистых и глинистых почвах принимают: для овощных и кормовых культур 1,25–2 м; для ягодников и виноградников 2,5–3 м; для плодовых насаждений 3–3,5 м. Водоотводная аэрационная сеть служит для отвода и сброса оросительной воды из увлажнителей при переувлажнении почвы из-за затяжных дождей или при весеннем снеготаянии. Она также выполняет роль аэрационной сети в межполивной период, когда воздух через открытые наблюдательные колодцы аэрирует почву. Во время полива через эту сеть и открытые аэрационные колодцы свободно уходит вытесняемый водой воздух.

На элементы техники внутрипочвенного орошения влияют водопроницаемость почв, уклон, сложность микрорельефа, мутность воды. От принятых значений элементов техники орошения зависит качество полива, которое оценивается равномерностью увлажнения по длине, глубиной не увлажняемого слоя почвы, глубинной утечкой воды.

Поливным участком является орошаемая площадь, подвешенная к одному оросителю (до 6,25 га). Несколько поливных участков образуют модульный участок (15–20 га), несколько модульных участков составляют поле севооборота.

Оросительную сеть следует проектировать тупиковой. Допускается применение кольцевой сети при должном технико-экономическом обосновании. Оросительные трубопроводы следует проектировать с допустимыми уклонами  $\pm 0,001$ – $0,005$  (оптимальный 0,001). Длина оросительного трубопровода составляет не более 250 м. Увлажнительная сеть должна выполняться из гладких полиэтиленовых труб диаметром 20–40 мм. Оптимальный уклон по длине увлажнителей составляет 0,001–0,004.

При поливе многолетних культур перфорацию увлажнителей следует защищать от забивки корнями растений фильтром из стеклоткани, капроновой ткани, полиэтиленовой пленкой или их комбинаций.

Для опорожнения и промывки увлажнительной сети следует проектировать водосборно-сборную (промывную) сеть, которая выполняется из асбестоцементных или полиэтиленовых труб диаметром не менее 100 мм, с глубиной заложения их в почву не

менее 0,5 м. Водосборно-сборные трубопроводы необходимо оборудовать колодцами ("сухой" и "мокрый"). Откачка сточных и промывных вод из "мокрого колодца" осуществляется с помощью дождевальных машин и распределяется на участке.

Система кротово-внутрипочвенного орошения (КВПО)

Системы КВПО могут использоваться, если в подготовленных сточных водах размер твердых частиц не превышает 3,0 мм, количество взвешенных веществ - 1 г/л.

Система КВПО имеет модульные участки площадью 80-144 га (рис.7.2), которые состоят из 38-40 поливных участков площадью 2-3 га. В пределах модуля можно одновременно поливать 3-4 участка.

Поливная сеть состоит из оросительных трубопроводов с пористой засыпкой в кротовых увлажнителях. Ороситель укладывается в траншею, облицованную по периметру полиэтиленовой пленкой.

Оросительный трубопровод следует изготавливать на асбестоцементных или полиэтиленовых трубах. В верхней части труб устраиваются водовыпуски в виде круглых отверстий. Расстояние между ними должно соответствовать половине расстояния между кротовыми увлажнителями.

Оросительные трубопроводы прокладывают на глубине 0,65 м (до верха трубы) от поверхности почвы. Оптимальные уклоны составляют 0,0001- 0,0004, допустимые - 0 - 0,001.

Расстояние между соседними концами оросителей 2-3 м. На этом участке нарезают кротовые увлажнители на глубине 0,5-0,65 м и с расстоянием между ними 0,5 м. Увлажнители служат для разгрузки концевых частей оросителей.

Сопряжение оросительного трубопровода с кротовыми увлажнителями осуществляется через пористую засыпку (рис.7.3). В качестве пористой засыпки следует использовать щебень, гравий или керамзит размером фракции 3-5 см. Мощность слоя пористой засыпки над оросительным трубопроводом не должна превышать 0,25-0,30 м. Расход пористой засыпки зависит от принятого по гидравлическому расчету диаметра оросительного трубопровода и ширины открытой траншеи и составляет не менее 0,05-0,12 м<sup>3</sup> на 1 м оросительного трубопровода.

Для гашения напора и предотвращения выклинивания сточных вод на поверхность почвы необходимо:

- водовыпуски оросительных трубопроводов прикрывать колпачками;
- сверху пористой засыпки устраивать слой дресвы (щебень, гравий или керамзит размером фракций 0,6-2,0 см) мощностью 5-7 см;
- под оросительный трубопровод и по периметру пористой засыпки и дресвы укладывать слой полиэтиленовой пленки;
- сверху полиэтиленовую пленку засыпать растительным слоем мощностью 0,3 м, плотность которого должна доводиться до естественной.

Системы внутрипочвенного орошения, позволяющие увлажнять корнеобитаемый слой почвы капиллярным путем из подземных увлажнителей, следует применять, как правило, в степных, полупустынных и пустынных зонах при остром дефиците воды, для полива высококоротельных сельскохозяйственных культур, а также вблизи населенных пунктов и животноводческих комплексов при использовании для орошения подготовленных городских сточных вод и животноводческих стоков.

Системы внутрипочвенного орошения следует применять с соблюдением следующих требований:

- рельеф участка должен иметь уклоны не более 0,01;
- почвы должны быть незасоленные, легкого, среднего и тяжелого механического состава со скоростью капиллярного поднятия не менее 0,5 мм/мин.

Вода для полива, сточные воды и животноводческие стоки должны удовлетворять следующим требованиям:

- размер твердых частиц - не более 1 мм;

мутность - не более 0,04 г/л;  
минерализация - не более 1 г/л.

При необходимости следует предусматривать отстойники или очистные сооружения.  
Распределительная сеть должна выполняться закрытой из пластмассовых или асбестоцементных труб.

Для увлажнителей следует применять пластмассовые трубы.

При проектировании увлажнительной сети необходимо соблюдать условия:

уклон местности по длине увлажнителей должен быть не более 0,01;

глубина закладки увлажнителей в грунт - от 0,4 до 0,6 м;

максимальная длина увлажнителя - до 250 м.

Расстояние между увлажнителями для культур сплошного сева следует принимать, м: 1,0 - на легких, 1,5 - на средних и 2,0 - на тяжелых по механическому составу почвах.

На супесях и легких суглинках при высокой водопроницаемости нижнего подпахотного слоя следует укладывать увлажнители на экран из полиэтиленовой пленки шириной 0,7 м. При применении экрана из полиэтиленовой пленки расстояние между увлажнителями необходимо увеличивать до 2 м.

Расстояние между увлажнителями для садов и виноградников следует принимать равным расстоянию между рядами посадок.

Перфорация увлажнителей должна обеспечить требуемый расход воды на единицу длины увлажнителя при расчетном напоре. Диаметр отверстий следует принимать 1-2 мм, шаг - 60-100 мм; при щелевой продольной перфорации ширина щели должна быть 1-2 мм, длина - 35-40 мм, шаг - 200-400 мм.

Сбросные трубопроводы, предназначенные для промывки и опорожнения сети, следует проектировать из асбестоцементных или пластмассовых труб с глубиной заложения не менее 0,5 м. Сбросные трубопроводы необходимо оборудовать смотровыми и опорожняющими колодцами.

Расчетные расходы увлажнителя должны быть увязаны с величиной установившегося впитывания. Расход увлажнительного трубопровода  $Q_h$ , м<sup>3</sup>/с, следует определять по формуле

$$Q_h = q_i l_h$$

где  $q_i$  - величина впитывания воды почвой на 1 м увлажнителя, м<sup>3</sup>/с, определяемая по специальным исследованиям или анализам;

$l_h$  - длина увлажнителя, м.

Трубчатые оросители следует рассчитывать на равномерную раздачу воды по длине оросителя. Ороситель по всей длине должен закладываться в почву с уклоном, параллельным пьезометрической линии напоров.

Расчетный расход трубчатого оросителя  $Q_{от}$ , м<sup>3</sup>/с, надлежит рассчитывать по формуле

$$Q_{от} = q_h n_h$$

где  $q_h$  - расход увлажнителя, м<sup>3</sup>/с;

$n_h$  - число одновременно работающих увлажнителей, питаемых от рассчитываемого оросителя.

Эксперт



А.Козыкеева

Проректор по ИРиМС

Е.Исламов