

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Храбров М.Ю., Колесова Н.Г.

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Капельное орошение - способ орошения, при котором увлажнение почвы осуществляется в зоне максимального развития корневой системы растений, что обеспечивает ее хорошую аэрацию. При этом способе вода равномерно падающими каплями или струйками подается непрерывно к каждому растению на протяжении всего вегетационного периода в количестве, соответствующем водопотреблению данной культуры.

Капельное орошение по сравнению с другими способами орошения имеет ряд преимуществ: экономное расходование воды (в 1,5-2 раза меньше) и повышение урожайности культур на 20-50%. Однако ввиду высокой стоимости системы капельного орошения применяют при возделывании высокорентабельных многолетних насаждений (сады, виноградники, ягодники) и ограниченных водных ресурсах. Системы капельного орошения располагают: на незасоленных почвах при уровне пресных подземных вод на глубине не менее 2 м, минерализованных - не менее 4 м; на предгорных участках со сложным и изрезанным рельефом и уклонами поверхности более 0,05; на равнинных участках, как правило, с легкими почвами (песчаные, каменистые).

Под капельное орошение целесообразно отводить участки, на которых другие способы орошения не приемлемы: в предгорных районах на больших уклонах (0,3); в районах с недостаточной водообеспеченностью; на участках с изрезанным рельефом; легкими почвами; почвами, подверженными водной эрозии; при наличии малodeбитных источников чистой воды.

При выборе водоисточника для систем капельного орошения необходимо учитывать высокие требования к качеству оросительной воды. В случае необходимости следует предусмотреть ее очистку.

На массивах с минерализованными грунтовыми водами и неблагоприятными условиями оттока следует составлять прогноз водно-солевого режима территории и, при необходимости, предусматривать соответствующие мероприятия.

Качество поверхностных и подземных вод, подаваемых в поливную сеть СКО, должно удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к воде, используемой для орошения. При этом следует учитывать почвенно-климатические условия зоны орошения, физиологические особенности развития орошаемых культур и требования к воде технических средств системы.

Не допускается полив водой, эпидемиологические и паразитологические показатели которой превышают санитарные нормы. Предельно допустимые концентрации вредных для человека и животных веществ в поливной воде должны приниматься по нормам для источников централизованного

водоснабжения. При общей минерализации воды до 0,5 г/л допускается капельное орошение на любых типах почв при различных режимах полива. Орошение водой с общей минерализацией от 0,5 до 1 г/л допускается при отсутствии условий засоления и осолонцевания почв.

Методы очистки воды, состав и расчетные параметры водоочистных сооружений и устройств выбирают в зависимости от качества воды в источнике орошения, требований капельниц и применяемых устройств автоматики. Следует предусматривать проведение профилактических промывок.

Нижним экономически выгодным пределом применения систем капельного орошения можно считать уклоны местности 3° ($i = 0,05$). При меньших уклонах целесообразно применение других способов полива. При уклонах свыше $12...16^\circ$ требуется террасирование склона. Ширина террас назначается в зависимости от крутизны склона - от 10...11 м и более при уклонах 12° , до 4,5...5,0 м при уклонах $23...25^\circ$ ($i = 0,4...0,5$). На склоновых землях свыше 25° рекомендуется создавать контурные террасы шириной 1,0...1,5 м или специальные траншеи и площадки для посадок садовых, кустарниковых культур и виноградников. Расстояние между отдельными кустами рекомендуется принимать не менее 1,5 м из-за опасности возникновения эрозии почвы.

За основу классификации систем капельного орошения принято деление водовыпусков по характеру воздействия на увлажнение почвы в зависимости от типа почв и вида культур. На характер увлажнения почвы влияние оказывают тип системы, размещение поливного трубопровода (наземное, надземное, подземное), вид водоподачи, конструкция водовыпуска. На склоновых землях найдут применение в основном стационарные системы капельного орошения, а сезонные и временного использования будут более перспективны на малоуклонных землях ($i = 0,05$). Классификация систем капельного орошения по виду водоподачи показывает, что на склоновых землях возможен любой тип подачи воды к растениям. На суглинистых и глинистых грунтах более перспективен периодический полив большой нормой. При этом достигается хорошее промачивание корнеобитаемого слоя почвы. Ежедневные поливы применяются на легких, гравелистых, песчаных и супесчаных почвах.

На склоновых нетеррасированных землях применимо локальное и локально-полосовое орошение. На террасированных склонах и при уклонах до $0,05...0,07$ возможны все три вида увлажнения почвы: полное, локальное и локально-полосовое, т.е. очаги увлажнения смыкаются в одном направлении. Полное увлажнение почвы будет достигаться за счет применения стационарно - сезонных и передвижных систем, а также стационарных - при применении водовыпусков 6 группы (аэрозольные насадки). Стационарные системы в основном применяются при создании локального и локально-полосового увлажнения. Причем в последнем случае могут быть употреблены поливные трубопроводы сезонного использования «Аква-Дроп», а также

интегральные линии РАМ.

К элементам техники капельного орошения относят очаг увлажнения, увлажненную площадь поверхности почвы, контур увлажнения, расход капельного микроводовыпуска, число и схему расположения точек водоподачи в очаге увлажнения, равномерность распределения оросительной воды по микроводовыпускам, схему расположения микроводовыпусков по орошаемой площади.

Расчетная зона увлажнения для фруктовых деревьев и плодовых кустарников определяется горизонтальной проекцией основной массы кроны и составляет 0,5 – 0,7 ширины междурядий. Расчетный слой увлажнения принимают в соответствии с агробиологическими показателями сельскохозяйственных культур и водно-физическими свойствами почвы в зависимости от расхода микроводовыпусков и продолжительностью полива.

Основными факторами распределения влаги в почвенном профиле от точечного источника являются: b - ширина контура увлажнения; h - глубина насыщения влагой в почве; t - время распределения влаги в почве (время полива), q - расход водоисточника:

$$b = f(h, t, q). \quad (1)$$

Особенностью увлажнения почвы является то, что распространение влаги в почвенном профиле происходит одновременно вниз (под действием гравитации и капиллярного переноса) и в стороны только за счет капиллярного переноса; контур увлажнения имеет форму, приближающуюся к эллипсу (табл. 1). Корневая система, в основном, не распространяется за пределы контура увлажнения; при малых размерах этого контура встает вопрос об устойчивости (для садово-ягодных культур) или о нормальном развитии пропашных культур. Определение основных параметров контура и времени полива имеет первостепенное значение для эффективного использования воды и получения при этом максимальной урожайности.

Таблица 1 - Распространение влаги в почве при капельном орошении

Расход воды капельницей, $Q \text{ см}^3/\text{с}$	Почва	Коэффициент фильтрации, $k \text{ см/с}$	Диаметр видимого контура увлажнения, $d \text{ см}$	Коэффициент, зависящий от капиллярности грунта, α	Диаметр поперечного сечения контура увлажнения, $D, \text{ м}$
до 1,7	Песчаная	0,01	4,0-6,0	0,1	0,053
до 1,7	Супесчаная рыхлая	0,005	5,0-8,0	0,7	0,094
до 1,7	Супесчаная плотная	0,00051	15,0-23,0	0,75	0,354
до 1,7	Суглинистая	0,00006	32,0-48,0	0,77	1,42
до 1,7	Глинистая	0,00005	35,0-52,0	0,9	1,52

Когда капельницы расположены близко одна от другой площадь, увлажнения в плане приобретает вид полосы (рис. 1):

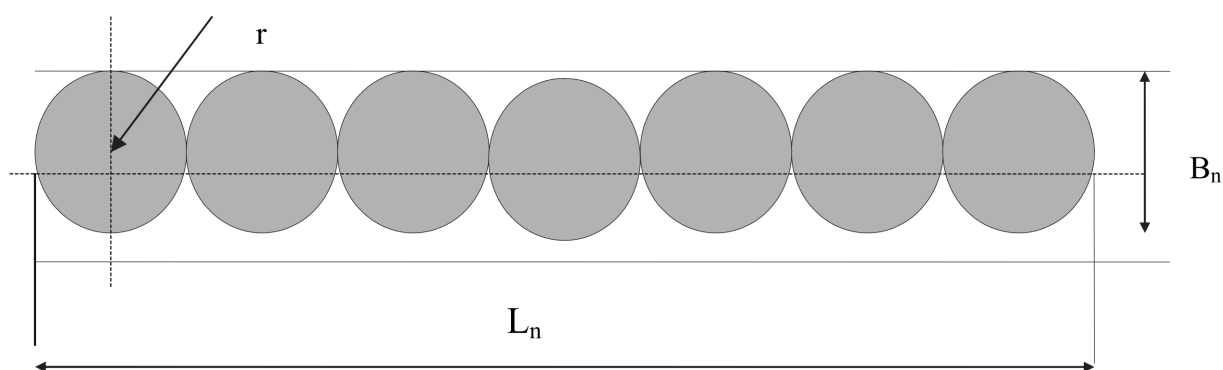


Рисунок 1 - План размещения капельниц при полосовом увлажнении

Поливную норму m рассчитывают по формуле

$$m = 100d_w\alpha a_{hn}(FC - \lambda \cdot FC), \quad (2)$$

где d_w - глубина расчетного слоя, м; α - плотность почвы, т/м³; $a_{hn} = 0,15 - 1,0$ - доля площади питания растений, подлежащих увлажнению в зависимости от природной зоны; FC - наименьшая влагоемкость, % массы абсолютно сухой почвы; λ - коэффициент предполивной влажности почвы, соответствующей нижней границе оптимального увлажнения, в долях единицы; a_{hn} можно определить по формуле

$$a_{hn} = (na_{n1})/(b_1b_2), \quad (3)$$

где n - число водовыпусков под одним растением; a_{n1} - площадь увлажнения одним микроводовыпуском, м²; b_1 и b_2 - соответственно расстояния между деревьями в ряду и между их рядами.

Продолжительность полива определяют при отсутствии фильтрационных потерь в нижележащие горизонты в зависимости от расчетной глубины увлажнения и скорости впитывания воды в почву. Поливы производят нормой, соответствующей количеству воды, израсходованной полем в предшествующие сутки, то есть поливная норма (мм)

$$m = ET_{crop} k_{bio} k_{rat} \Delta t, \quad (4)$$

где ET_{crop} - суточная эвапотранспирация, мм; k_{bio} - биологический коэффициент, учитывающий роль растений в расходовании воды; k_{rat} - отношение увлажняемой площади к общей площади участка; Δt - межполивной период, сут.

Режим капельного орошения следует рассчитывать по году 95%-ной обеспеченности дефицита водопотребления для наиболее напряженного года в температурном отношении. Суммарное водопотребление (м³/га) вычисляют по формуле с учетом технологии несплошного (локального) увлажнения площади поля

$$\sum_1^i ET_{crop} = k_{al} k \sum_1^i d_{ha} \quad (5)$$

где k_{al} - коэффициент, учитывающий локальную площадь увлажнения, определяемый по зависимости

$$k_{al} = \frac{1}{\sqrt{1+(1-f)^2}} \quad (6)$$

где f - показатель относительной увлажненности участка орошения; k – коэффициент пропорциональности, учитывающий биологические фазы развития растений и их особенности; $\sum d_{ha}$ - сумма дефицитов влажности воздуха за расчетный период наиболее напряженного в температурном отношении года.

Основными элементами систем капельного орошения являются водозаборные сооружения, насосные станции, узел приготовления удобрений, оросительная сеть, линии связи, система автоматизации, лесополосы, дороги. Оросительная сеть состоит из магистрального трубопровода, сети распределительных, участковых и поливных трубопроводов тупикового типа с арматурой и капельницами.

Системы капельного орошения проектируют стационарными с надземным или подземным расположением поливных трубопроводов, автоматизированной подачей воды с учетом планового расположения распределительной сети и модульных участков. Размеры модульных участков назначают в увязке со схемой работ по организации орошаемой территории (размещение сооружений, поселков, проведение культуртехнических работ и др.).

Для распределительных трубопроводов старшего порядка применяют железобетонные и асбестоцементные трубы, использование стальных труб не допускается. Стальная соединительная арматура должна иметь внутреннюю и внешнюю противокоррозионную защиту. Распределительные трубопроводы младшего порядка выполняют из пластмассовых труб длиной не более 200 м для садов и 500 м для виноградников. Оросительные трубопроводы при наземном расположении в существующих садах и виноградниках размещают вдоль рядов насаждений на высоте не более 70 см, при подземном расположении во вновь создаваемых садах и виноградниках - на глубине не менее 50 см. Их выполняют из пластмассовых труб и подключают к распределительным с одной или двух сторон.

Капельница – специальное устройство, представляющее собой водовыпуск для увлажнения определенной поверхности почвы.

Показатели работы капельниц определяют работоспособность всей системы. Основные требования к капельницам: неизменность расходных характеристик на протяжении срока эксплуатации; независимость расхода воды от места расположения капельницы на трубопроводе, колебаний напора в сети и температуры окружающей среды; простота очистки капельниц без остановки работы системы; достаточно низкая стоимость изготовления; возможность устройства нескольких водовыпусков от одной капельницы.

Капельницы выполняются непрерывного и порционного действия с автоматическим режимом промывки. Расстояния между капельницами на поливных трубопроводах определяются в соответствии с впитывающей способностью корнеобитаемого слоя почвы и водопотреблением растений.

Режим работы капельницы, в том числе время работы в течение суток, задается агротехническими требованиями и осуществляется автоматически при помощи датчиков влажности с пульта управления системы.

Капельницы изготавливаются из полиэтилена, пропилена, поливинилхлорида на расходы воды от 1 до 15 л/ч. Для исключения закупорки капельниц корнями растений, а также замены вышедших из строя капельниц их обычно помещают на поверхности почвы.

Количество капельниц на растение определяется составом культур, например, для садовых культур на одно растение может устанавливаться до четырех капельниц, в зависимости от зоны распространения корневой системы, а для овощных культур наиболее применимы линейные капельные трубопроводы с одним выпуском под каждое растение.

Наиболее характерными конструкциями капельниц являются короткоходовые, длинноходовые, короткосопловые, вихревые, с компенсатором давления, самопромывающиеся, перфорированные, однокамерные и двухкамерные трубки, пористые трубки и др. Все эти конструкции могут быть объединены в две группы: точечные и линейные. Точечные капельницы устанавливаются на поливном трубопроводе на определенном расстоянии, в соответствии со схемой посадки растений или деревьев. Линейные капельные трубопроводы распределяют воду равномерно по всей своей длине. Точечные используются для орошения древесных культур, виноградников, декоративных насаждений и кустарников, линейные капельницы - для небольших фруктовых деревьев и овощных культур. Наилучшим способом изготовления точечных капельниц является экструзия и литье, линейных - использование многослойной обмотки и лазерной техники. Имеются также капельницы смешанного типа.

Наиболее простые капельницы выполнены из капиллярных трубок диаметром 0,6...1,0 мм. Широко применяются также устройства с лабиринтными каналами - длинными при ламинарном режиме и короткими при турбулентном режиме истечения. Вместо капельниц иногда применяют микропористые увлажнители (диаметром 6 – 10 мм), укладываемые в почву на глубину 7 – 50 см при расстоянии между ними 60 – 240 см. Вода из них под давлением просачивается через поры диаметром 1 – 2 микрона и увлажняет почву (число пор до 3000 на 1 погонный метр).

Имеются установки капельного орошения, состоящие из пропашного трактора, на котором смонтированы катушки для капельных линий. Последние укладываются на период вегетации в междурядья, производятся поливы, а по окончании сезона убираются.

Литература

1. Шейнкин Г.Ю. Микроорошение на склоновых землях. /Шейнкин Г.Ю., Храбров М.Ю., Канардов В.И. и др. // Садоводство и виноградарство. №6. 1989.
2. Шумаков Б.Б. Гидромелиоративные системы нового поколения. /Шумаков Б.Б., Храбров М.Ю., Губер К.В. и др.// М. ВНИИГиМ. 1997.С.109.
3. Khrabrov M.Yu. Low head drip spray irrigation system.// 17 th congress on irrigation and drainage. Transactions. /Khrabrov M.Yu. / Astes. Volume - 1D. Question 48. Granada. Spain. 1999. - 157...161 s.
4. Храбров М.Ю. Расчет распространения влаги в почве при капельном орошении. /Храбров М.Ю. // Мелиорация и водное хозяйство. 1999. №4.

5. Храбров М.Ю. Технологии малообъемного орошения. /Храбров М.Ю.//
Межрегиональная конференция МКИД. Москва. Россия.2004.