

Тема: «Аэрозольное орошение»

Цели и задачи: ознакомиться с аэрозольным орошением.

План:

1. Сущность мелкодисперсного увлажнения
2. Преимущества и недостатки аэрозольного орошения
3. Технические средства для аэрозольного орошения
4. Мелкодисперсное (аэрозольное) увлажнительное дождевание

Основной причиной резкого снижения урожайности сельскохозяйственных культур является засуха – как почвенная, так и атмосферная. Атмосферная засуха наблюдается при высокой температуре и низкой влажности приземного слоя воздуха даже при высокой влажности почвы, так как в этом случае корневая система не успевает подавать воду наземным частям растений.

При увеличении температуры воздуха выше определённого предела фотосинтез прекращается, что вызывает резкое снижение продуктивности растений. При низкой влажности и высокой температуре воздуха на транспирацию затрачивается избыточное количество почвенной влаги.

При поверхностном орошении и при дождевании частично улучшается микроклимат орошаемых участков, но это влияние недостаточно, кратковременно и распространяется лишь на часть орошаемого массива.

Кардинальным образом повышение влажности и понижение (а при заморозках и повышение) температуры приземного слоя воздуха обеспечивается при мелкодисперсном (аэрозольном) увлажнении. При таком способе орошения с помощью специальных установок создаются мельчайшие капли воды (аэрозоли), которые увлажняют приземный слой воздуха, наземную часть растений и частично поверхность почвы. При этом в результате испарения диспергированной воды происходит охлаждение растений. Можно предположить, что увлажнённый воздух, имеющий повышенную плотность, будет стелиться по земле, мало перемешиваясь с находящимися над ним слоями воздуха, вследствие чего образуется интенсивный ограждающий слой.

Сущность мелкодисперсного увлажнения (аэрозольное дождевание) сводится к распылению (диспергированию) оросительной воды на мелкие капли (50-300 мкм), которые покрывают листовую поверхность растений и не скатываются с неё на почву, а остаются до полного испарения. Этот процесс сопровождается повышением относительной влажности воздуха, снижением температуры листовой поверхности. Он сокращает расход влаги на суммарное водопотребление, защищает растения от атмосферной засухи, способствует активизации процесса фотосинтеза и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Опыты по мелкодисперсному увлажнению (размер капель 10-100 мкм) были начаты в 1935 г. (инж. И. И. Заикин). Опытные установки для создания искусственного тумана были разработаны в Корнельском университете в США, в Национальном институте сельскохозяйственной техники в Англии, в Италии и других странах.

Во время суховея относительная влажность воздуха составляет 30% и менее, температура поднимается до 30-35⁰С и выше, а скорость ветра возрастает до 5-6 м/с. В этих условиях транспирация растений увеличивается в несколько раз, корни не успевают подавать из почвы наземным частям необходимое количество воды, листья обезвоживаются, возникают необратимые повреждения (некроз тканей), снижается продуктивность растений, а в ряде случаев они гибнут.

Сл.5 Если при суховея вести мелкодисперсное увлажнение, температура растений и приземного слоя воздуха понизится на 5-10⁰С и одновременно повысится относительная

влажность. В период суховеев установки мелкодисперсного дождевания должны работать эпизодически, а в засушливые годы – от 3-5 до 20-30 дней и более за сезон.

Проведенные расчёты показывают, что при неустойчивой стратификации защитное действие диспергированной воды распространяется на расстояние 1-1,5 км, а при устойчивой – на 5-6 км при расходе воды на диспергирование 1 м³/ч на каждый гектар.

Физиологи установили, что в аридной и субаридной зонах летом в полуденные часы температура воздуха превышает оптимальное для фотосинтеза значение. Процесс ассимиляции замедляется, а при температурах порядка 30-35⁰С фотосинтез у большинства сельскохозяйственных культур прекращается, и идёт активный процесс дыхания, то есть происходит потеря органического вещества, а следовательно, и урожая. В жаркие летние дни депрессия фотосинтеза нередко начинается в 10 часов утра и длится до 18-19 часов, т.е. основную часть светового дня растения не только не синтезируют органическое вещество, но даже теряют его.

Устранить депрессию фотосинтеза можно путём охлаждения листового покрова. Опыты проф. А. Д. Александрова показывают, что при мелкодисперсном увлажнении (норма 0,1-0,3 м³/га в ч) урожай пшеницы и чая возрастает на 80% и более по сравнению с обычным дождеванием, а кукурузы – в три раза по сравнению с выращиванием без полива.

Мелкодисперсное увлажнение в жаркое время дня и при низкой относительной влажности вызывает сокращение расхода воды на транспирацию, так как основная часть воды, транспирируемой растениями из почвы, не участвует в биохимических превращениях, а расходуется на защиту растений от излишней инсоляции и компенсацию пониженной влажности приземного слоя воздуха.

Защита растений от заморозков при помощи мелкодисперсного увлажнения может достигаться за счёт повышения температуры как приземного слоя воздуха, так и непосредственно наземной части растений. Повышение температуры приземного слоя воздуха или растений происходит в результате выделения тепла при фазовом переходе, при замерзании мелкодиспергированной воды, а также за счёт повышенной температуры оросительной воды.

Опыты, проведенные при температуре окружающего воздуха –10⁰С, показали, что при противозаморозковом мелкодисперсном увлажнении с расходом воды 16 л/с/га температура растений равна – 1⁰С.

Таким образом, мелкодисперсное увлажнение защищает растения от ранних и поздних заморозков и позволяет удлинить вегетационный период, благодаря чему сельскохозяйственные культуры не повреждаются, и повышается их продуктивность.

Особенно эффективно применение противозаморозкового увлажнения для многолетних насаждений – садов, виноградников, цитрусовых.

Способ мелкодисперсного увлажнения уже сейчас может найти применение в оранжереях.

Преимущества и недостатки аэрозольного орошения

Мелкодисперсное или аэрозольное орошение предназначены для регулирования микроклимата над полем. Их применение наиболее эффективно и целесообразно на территориях со сложным рельефом, большими уклонами, при дефиците водных ресурсов, высокой сухости климата. Дисперсные распылители образуют капли диаметром менее 0,5...1 мм, а туманообразующие установки создают облако мелкораспыленной воды с диаметром капель 300...500 мк. Распыление над полем 100...400 л/га в жаркие часы суток позволяет за 1,5...2 ч снизить температуру воздуха на 6...12 °С и повысить его влажность.

Применение мелкодисперсного и аэрозольного орошения в сочетании с обычным дождеванием позволяет улучшить микроклимат в приземном слое воздуха, режим питания растений, установить оптимальные температурный и водный режимы растений, сэкономить поливную воду и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Технические средства можно также использовать для борьбы с болезнями и вредителями растений, внесения микро- и макроэлементов.

Целесообразность применения мелкодисперсного и аэрозольного орошения зависит от природно-климатических (климат, рельеф, обеспеченность водой, качество оросительной воды) и хозяйственно-экономических условий (состав и особенности сельскохозяйственных культур, их физиологические потребности, условия возделывания, ресурсообеспеченность).

Для правильного выбора режима мелкодисперсного и аэрозольного орошения нужно иметь сведения не только о числе дней с критическими температурами и влажностью воздуха, но и о продолжительности этих периодов в течение суток. Например, для картофеля продолжительность такого периода в течение суток в июне составляет 6...7 ч. Поддержание дневных температур воздуха в пределах физиологически оптимальных показателей очень важно для повышения продуктивности посевов в условиях жаркого климата. Хорошие результаты дает применение мелкодисперсного и аэрозольного орошения для борьбы с суховеями в степной зоне на богарных и орошаемых массивах и для защиты растений от заморозков.

Защита растений от заморозков с помощью мелкодисперсного и аэрозольного орошения основана на повышении температуры приземного слоя воздуха или растений, которое осуществляется за счет тепла, выделяемого при переходе воды из одного физического состояния в другое. Мелкораспыленная вода замерзает непосредственно на поверхности растений или в атмосфере. При этом температура инверсионного слоя воздуха повышается.

Аэрозольное орошение наиболее эффективно и целесообразно на территориях со сложным рельефом, большими уклонами, при дефиците водных ресурсов, высокой сухости климата, а также неблагоприятными условиями зимовки двулетних и многолетних культур. Хорошие результаты дает применение аэрозольного орошения для борьбы с суховеями в степной зоне на богарных и орошаемых массивах, для защиты растений от заморозков.

Основные преимущества таких систем:

- ускорение созревания и повышение урожайности (в 2 - 3 раза), что сказывается
 - на повышении производительности сельского труда; значительное сокращение
 - потребностей в поливной воде; возможность сельскохозяйственного использования
 - косогор, засушливых земель и песков пустынь; возможность массового
 - выращивания особо ценных пищевых и лекарственных растений, размножения
 - селекционного материала различных культур; быстрое укоренение зеленых
 - черенков; использование в качестве защиты растений и урожая от заморозков, града и воров.

возможность использования техники для аэрозольного орошения в других целях - дождевания, внесения подкормок и удобрений, гербицидов и т. п.

Применение в засушливых почвенно-климатических регионах аэрозольного орошения, в сочетании с обычным дождеванием, позволяет улучшить микроклимат в приземном слое воздуха, режим питания растений, установить оптимальные температурный и водный режимы растений, сэкономить поливную воду и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Технические средства, применяемые при аэрозольном орошении, можно также использовать для борьбы с болезнями и вредителями растений, внесения микро- и макроэлементов.

Защита растений от заморозков с помощью аэрозольного орошения основана на повышении температуры приземного слоя воздуха или, непосредственно, растений. Повышение температуры приземного слоя или растений осуществляется за счет тепла, выделяемого при переходе воды из одного физического состояния в другое. Мелкораспыленная вода замерзает непосредственно на поверхности растений или в атмосфере. При этом происходит повышение температуры инверсионного слоя воздуха.

Этот способ защиты растений эффективен только при радиационных заморозках, при адвективных его применение нецелесообразно.

Противозаморозковое аэрозольное орошение можно широко применять в садах, виноградниках, на citrusовых плантациях. В настоящее время разрабатывается технология аэрозольного орошения для регенерации корневой системы озимых культур после крайне неблагоприятных условий зимовки.

Поддержание дневных температур воздуха в пределах физиологически оптимальных показателей очень важно для повышения продуктивности посевов в условиях жаркого климата.

Сочетание обычных способов полива (например, дождевание) с аэрозольным орошением наиболее эффективно в зоне неустойчивого увлажнения.

К основным недостаткам аэрозольного орошения можно отнести высокую стоимость применяемого оборудования, установок и машин, а также зависимость эффективности этого способа орошения от скорости ветра.

Целесообразность применения аэрозольного орошения, а также его режим зависят от множества факторов.

Основными из них являются:

- природно-климатические условия (климат, рельеф, обеспеченность водой, качество оросительной воды, водно-физические свойства почвогрунтов, залегание и минерализация грунтовых вод и др.);

- хозяйственно-экономические условия, (состав и особенности сельскохозяйственных культур, их физиологические потребности, условия возделывания, ресурсообеспеченность).

При выборе режима аэрозольного орошения учитывают физиологические потребности культур. Так, энергия фотосинтеза, которая определяет рост, развитие и продуктивность растений, зависит от интенсивности и напряжения солнечного освещения, температуры окружающей среды и самого растения, водного режима растений. Для каждого вида и сорта растений, в соответствии с их филогенезом, определена оптимальная для фотосинтеза температура окружающей среды.

Для правильного выбора режима аэрозольного орошения нужно иметь сведения не только о числе дней с критическими температурами и влажностью воздуха, но и о продолжительности этих периодов в течение суток. Например, для картофеля продолжительность такого периода в течение суток в июне составляет: при 50%-ной обеспеченности температурой 7 ч., при 75%-ной обеспеченности – 6 ч., или, соответственно, с 10 до 17ч. и с 11 и до 17 ч.

Технические средства для аэрозольного орошения

Для аэрозольного орошения используют передвижные, полустационарные и стационарные системы.

В передвижных системах используют *машины типа ТОУ* (туманообразующие установки "ТОУ-Шохина"), *опрыскиватели ОП450, ОБТ-1 и ОН-400*. Эти технические средства рекомендуется использовать на небольших массивах, примыкающих к естественным водоемам (озеро, пруд, река).

Сторона прямоугольного поля, перпендикулярная водоему, должна равняться половине пути, на котором машина при заданной скорости движения израсходует объем воды из прицепной цистерны или навесной емкости. Например, для ТОУ-5 при норме увлажнения 800 л/га и радиусе захвата 100 м эта длина будет равна 500 м.

Внутри участка через каждые 100 м нужно прокладывать дороги шириной 2,5-3 м, с учетом направления господствующих ветров.

Установки аэрозольного орошения типа ТОУ относятся к типу машин, снабженных транспортной емкостью, заполненной жидкостью для диспергирования. Жидкость диспергируется скоростным газо-воздушным потоком, создаваемым с помощью отработавшего свой ресурс авиадвигателя ГТД-3Ф. Установка работает следующим

образом: атмосферный воздух засасывается в компрессор, сжимается там и поступает в камеру сгорания, куда подается топливо. Разогретый до 1000-11000С воздух с продуктами сгорания направляется в двухступенчатую газовую турбину, служащую приводом компрессора, а затем поступает в суживающее сопло с температурой 400-4500 С.

Здесь золовоздушная смесь циркулирует со скоростью порядка 400-450 м/с, расширяется, создавая давление, близкое к атмосферному. На выходе из сопла в струю газозооушной смеси подается вода из перфорированных по длине патрубков, соединенных с водораспределительным коллектором гибкими шлангами, которые укреплены на шарнирах, позволяющих сводить и разводить их по отношению к оси струи.

Из сопла смесь воды и воздуха выходит в виде турбулентной двухфазной струи и распределяется по посеву. Через некоторое время скорость струи уменьшается, капли воды выпадают из потока и осаждаются на листьях растений.

Серийно выпускаемые опрыскиватели ОП-450, ОВТ-1, ОН-400 и другие агрегируют с тракторами класса 1.4 Т.

Полустационарные системы включают водопроводящую сеть для передвижных дождевальньх машин, состоящую из подземных или надземных (разборньх) трубопроводов. На них через каждые 200 м располагают гидранты.

Для заправки емкостей машин водой трубопровод должен иметь пропускную способность, обеспечивающую заправку цистерн в течение 5-7 мин.

К полустационарным системам относятся и оросительные системы, в которых применяют дождевальнье машины типа ДДА-100 МА. В этом случае оросительная сеть сохраняется такой же, как и при обычном дождевании, но у нее уменьшается пропускная способность, за исключением регионов, где обычное дождевание необходимо сочетать с аэрозольньм орошением.

Использование ДДА-100 МА для аэрозольньго орошения представляет большой интерес. Как показывает опыт ряда научноисследовательских институтов и хозяйств, дооборудование агрегата для этой цели несложно и может быть выполнено силами хозяйств. Это оборудование или заменяет уже имеющееся на ДДА-100 МА, или дополняет его. Производительность переоборудованной ДДА-100 МА достигает 50 га за вегетационньй период. При этом ДДА-100 МА становится универсальньм агрегатом с его помощью можно проводить обычное и аэрозольное орошение, внесение микро- и макроудобрений, борьбу с болезнями и вредителями и др.

Стационарные системы аэрозольньго орошения проектируют двух типов: для увлажнения листовоу поверхности и для увлажнения приземного слоя воздуха. Первые представляют собой густую сеть трубопроводов, расположенную на некоторой высоте от поверхности земли в зависимости от высоты растений.

Для типового (эталонного) участка площадью 3,24 га рабочие трубопроводы диаметром 40-80 мм (165 пог. м) укладывают через каждые 30 м. Вся протяженность труб, приведенньх к диаметру 200 мм, составляет 44,5 м/га. На рабочих трубопроводах по сетке 30x30 м устанавливают струйнье аппараты с диаметром сопла 3,2 мм. Напор в сети – 6-7 кПа.

Эталонньй участок увлажняется в течение 100 с.

По данным ВНИИГиМ, в течение часа за 36 циклов будет увлажняться площадь 116,5 га.

Системы для увлажнения приземного слоя воздуха представляют собой сеть трубопроводов: распределительньх, диаметром 20-50 мм, укладываемьх через 100 м: проводящих, диаметром 50-80 мм, укладываемьх по границе участка, и стояков высотой 10-15 м, диаметром 40-50 мм, устанавливаемьх по 1-2 на 1 га, а по границе участка в направлении, перпендикулярном господствующим ветрам, - через 20-30 м.

На верху стояка на поперечном патрубке (антенне) диаметром 10-20 мм и длиной 510 м монтируют 6-12 насадок с диаметром отверстия 1-2 мм. Расход воды через стояк - 0,14-0,18 л/с. Напор у насадок - 2,4 кПа. Эталонньм является участок площадью 49 га

(700x700м), увлажняемый непрерывно, с суммарным расходом воды 13-14 л/с и с удельной протяженностью трубопроводов, приведенных к диаметру 200 мм, примерно 35 пог. м/га.

Стационарная система работает в режиме чередующихся циклов "увлажнение-пауза".

Продолжительность увлажнения составляет 20-30 мин. в зависимости от метеоусловий и водоудерживающей способности листьев.

Продолжительность паузы зависит от интенсивности процессов испарения и восстановления температуры листьев и приземного слоя воздуха до поливных значений. При размещении дождевателей на участке надо обязательно учитывать преобладающее направление ветра.

В любом случае площадь одновременного полива должна быть не менее 5-10 га, что устраняет явление краевого эффекта, при котором влажность и температура воздуха на участке под влиянием аэрозольного орошения изменяется в незначительных пределах из-за выноса частиц за пределы участка и рассеивание их в общей массе воздушного потока.

Равномерность распределения капель существенно снижает действие краевого эффекта.

Технологический процесс аэрозольного орошения должен тесно увязываться с агротехникой. Высокое качество увлажнения в период закладки и формирования генеративных органов способствует повышению продуктивности посева, а следовательно, и получению гарантированного урожая независимо от складывающихся погодных условий года.

При анализе процессов аэрозольного орошения исследуют распределение воды по листовой поверхности почвы под растениями и снесенных ветром за пределы увлажняемого поля, а также испарение. При этом рассматривают период от распыления жидкости (средний размер капель, распределение их размеров) до осаждения капель воды на листьях растений, последнее имеет определяющее значение для эффективности аэрозольного орошения.

Большое значение имеет и соударение капель с поверхностью листьев растений, в результате которого капля может прилипнуть к поверхности, отскочить или скатиться с нее. Степень растекания капель аэрозоля по поверхности листьев растений во многом зависит от смачивания этих поверхностей жидкостью. Если жидкость хорошо смачивает поверхность – то осевшие на ней капли сильно растекаются.

На полностью смачиваемой поверхности жидкость распределяется в виде сплошной пленки определенной толщины, избыток воды стекает. Если смачивание плохое, то капли не растекаются по поверхности и легче скатываются с нее.

Смачивание листа в сильной степени зависит от его морфологии и состава поверхностных тканей. Хорошо смачиваются листья с гладкой поверхностью, не имеющие сильного воскового налета (листья свеклы, фасоли, лимона, горчицы). В то же время многие растения (горох, лен, капуста, люцерна) имеют плохо смачивающиеся листья.

Удержание мелкораспыленной воды листьями растений определяется углом падения капель, их размером, нормой расхода жидкости видом растений. Угол падения капель – важный фактор удержания на растении. При увеличении угла падения удержание капель на листьях резко уменьшается. В исследованиях по аэрозольному орошению сельскохозяйственных культур, проведенных в ВолжНИИГиМ, капли диаметром 100-150 мкм удерживались некоторыми культурами (пшеница, кукуруза) даже при вертикальном положении поверхности листьев.

Крупные капли диаметром 500-700 мкм скатываются с листьев пшеницы, капусты, в то время как на листьях кукурузы, картофеля, сои эти капли удерживаются достаточно хорошо. Листья люцерны лучше увлажняются каплями диаметром 300-500 мкм. Капли диаметром больше 800 мкм частично стекают с поверхности ее листьев.

Распыление воды на очень мелкие капли снижает эффективность аэрозольного орошения за счет увеличения интенсивности испарения капель, энергозатрат. Такие капли сильно подвержены влиянию ветра.

Нижним пределом среднего диаметра капель при аэрозольном орошении можно считать 100-150 мкм.

Оптимальный диаметр капель – 500-600 мкм.

Абсолютное удержание воды растениями определяется общей площадью их листовой поверхности. Так, картофель в начале вегетационного периода имеет площадь листового покрова меньше площади почвы, занятой посевом, а в середине вегетационного периода (фазы бутонизации и цветения) эта площадь превышает площадь почвы в 5-6 раз (листья растений располагаются в несколько ярусов).

В связи с этим интенсивность аэрозольного орошения и диаметр капель должны увеличиваться во время вегетации, так как возрастает водоудерживающая способность посева.

Нормы разового увлажнения влияют на степень и длительность изменения параметров фитоклимата посева. Распыленная вода должна удерживаться листовым покровом, находясь обычно в пленочном или капельном состоянии. Практически капельной влагой покрываются в основном листья верхнего яруса, а листья нижних ярусов увлажняются стекающей жидкостью. Средняя норма разового увлажнения в зависимости от вида растений и их возраста составляет 0,6-1,2 м³/га.

Минимальная норма разового воздействия, обеспечивающая повышение влажности воздуха на 15-17 %, не должна быть менее 0,15-0,20 м³/га.

Интервал между увлажнениями – важный показатель, влияющий на технико-экономические параметры средств аэрозольного увлажнения. При испарении капель воды температура воздуха и посева снижается, а влажность воздуха в среде посева повышается.

Испарение капель при аэрозольном орошении происходит на трех этапах: при формировании факела распыленной воды, при транспортировке капель ветром, после осаждения их на листья растений. Постепенно влияние импульса аэрозольного орошения ослабевает, а значения параметров фитоклимата увлажненного посева и почвы, где аэрозольное орошение не проводилось, сближаются. Этот промежуток времени по параметрам фитоклимата различен.

Поэтому интервал между увлажнением устанавливается по времени испарения капель, а также периода последствия, который в 1,5 – 2 раза превышает время испарения. На посевах сельскохозяйственных культур рекомендуется выдерживать часовой цикл увлажнений.

Мелкодисперсное увлажнение (МДУ) проводят, как правило, только в дневные часы, когда температура воздуха превышает физиологические оптимальные значения для развития сельскохозяйственных культур. Норма разового полива колеблется в пределах 80-600 л/га в 1 ч.

Диспергирование воды при МДУ осуществляется туманообразующими установками ТОУ-6, ТОУ-7 и др. Туманообразующая установка ТОУ-7 состоит из двух основных частей: генератора высокоскоростного потока воздуха, в качестве которого используют газотурбинные авиадвигатели ГТД-3Ф, отработавшие лётный ресурс, и соплового аппарата с водораспределительным устройством. Длина факела активного распыления воды изменяется от 70 до 150 м в зависимости от скорости и направления ветра. Расход воды составляет 100-300 л/мин, но не более 29-30 м³/ч на 1 га. Агрегат на новую позицию перемещает трактор через 3-4 ч. При полном развороте сопла на 360⁰, средней длине факела 100 м с одной позиции можно увлажнять около 4 га с затратами воды около 20 м³/га. Дневная производительность установки при 5-7 увлажнениях – до 100 га. Установка может работать от закрытой сети с размещением гидрантов через 200 м.

Для проведения увлажнения установка ТОУ может забирать воду из автоцистерны ЗИЛ-130 ёмкостью 12 м³. При скорости передвижения агрегата 9 км/ч расход воды на

увлажнение составит около $2 \text{ м}^3/\text{га}$, а за оросительный сезон - $120 \text{ м}^3/\text{га}$. За десятичасовой рабочий день агрегат может однократно увлажнить площадь $900-1000 \text{ га}$. Для заправки цистерны на каждые 100 га достаточно иметь один гидрант.

Во ВНПО «Радуга» разработана конструкция стационарной системы МДУ, которая включает насосную станцию, трубопроводную сеть и мачты с самоустанавливающейся штангой с форсунками. Высота мачты 10 м , общий расход форсунок $0,3-0,85 \text{ л/с}$, рабочий напор $15-40 \text{ м}$, количество форсунок 22 . На орошаемой площади мачты расставляют по треугольной схеме.

Во ВНИИГиМ разработано специальное оборудование, позволяющее осуществлять

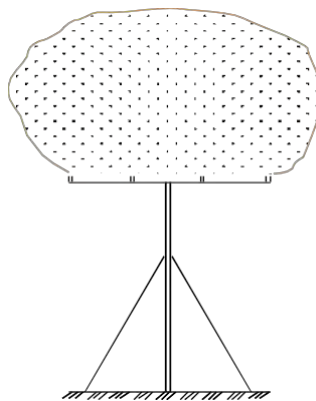


Рис. 53. Туманообразующая установка

Во ВНИИГиМ разработано специальное оборудование, позволяющее осуществлять мелкодисперсное увлажнение переоборудованной дождевальной машиной ДДА-100МА, которая может выполнять как дождевание, так и мелкодисперсное увлажнение, вносить удобрения и гербициды. Ширина захвата агрегата 115 м , скорость перемещения 7 км/ч , обслуживаемая площадь 55 га , расход воды 4 л/с , давление $0,55 \text{ МПа}$, количество форсунок 102 . Основная причина, сдерживающая широкое применение МДУ, ограниченное количество специальной техники. Вместе с тем практически каждое хозяйство располагает тракторными опрыскивателями ОН-400-3, ОВТ-1А, ОВС-А, ОП-450 и другими, которые используются в борьбе с сорняками и болезнями сельскохозяйственных культур.

Эти опрыскиватели, как показали опыты, проведенные в УИИВХ и других организациях, можно успешно применять и для МДУ.

Расчет элементов техники увлажнения при использовании тракторных опрыскивателей осуществляется в следующей последовательности.

Мелкодисперсное (аэрозольное) увлажнительное дождевание

С повышением температуры воздуха у растений увеличивается испарение (транспирация), предохраняющее их от перегрева. При продолжительном действии высоких температур транспирация резко увеличивается, содержание воды в тканях растений уменьшается ниже оптимального уровня, начинается депрессия фотосинтеза. В результате обезвоживания жизнедеятельность растений снижается. Депрессия фотосинтеза у большинства культур начинается при $+18-28^\circ\text{C}$ и продолжается с 8 ч утра до 18 ч вечера. Периоды с температурой выше 25°C могут длиться от 44 до 120 дней и сопровождаться суховеями со скоростью ветра $1,8-4,3 \text{ м/с}$ и штилями продолжительностью от 5 до 35 дней. Одним из путей защиты растений от действия повышенных температур является увлажнение воздуха, снижение его температуры и восстановление водного баланса растений.

Мелкодисперсное дождевание (МДД) предназначено для увеличения влажности приземного слоя воздуха и уменьшения температуры листьев растений при неблагоприятных состояниях внешней среды (воздушные засухи и суховеи).

Системы МДД применимы во всех зонах орошаемого земледелия для освежительных поливов садов, ягодников, чайных плантаций, овощных, кормовых, технических культур, многолетних трав и пастбищ, а также для борьбы с воздушными засухами и суховеями. Регулирование микро- и фитолимата на сельскохозяйственных полях в условиях продолжительных воздушных засух позволяет повысить интенсивность фотосинтеза, а в ряде случаев и предотвратить гибель растений.

МДД может быть использовано как самостоятельный способ орошения в регионах с достаточным увлажнением, а для районов с умеренным и недостаточным увлажнением – как составная часть комбинированных систем, например, с капельной системой орошения, так как при капельном орошении на создание микролимата надземной части растений расходуется не более 2 % подаваемой оросительной воды, что недостаточно в периоды депрессии фотосинтеза. При применении аэрозольного увлажнения основная часть оросительной воды (95-98 %) расходуется на увлажнение воздуха, практически не создавая запаса влажности в почве.

Эффективный размер диспергированных капель воды – 50-600 мкм. Но по группам растений этот показатель отличается. У растений с листьями, имеющими выраженный восковой налет оптимальная крупность капель 50-300 мкм. Крупные капли (400-500 мкм и более) сползают по поверхности, смыкаются и скатываются с поверхности листа на землю. Количество воды, подаваемое за один импульс или проход агрегата, должно, с одной стороны, обеспечивать достаточно сильное и продолжительное влияние на фитолимат посевов, с другой – полностью удерживать влагу на листовом покрове. Разовая норма увлажнения должна находиться в пределах 0,8-1 м³ /га. Максимальная водоудерживающая способность поверхности сельскохозяйственных культур составляет 3-4 м³ /га при достаточно равномерном распределении капельной влаги по листовой поверхности, но на практике из-за неравномерности увлажнения растительного покрова максимальная норма разового увлажнения должна быть в 1,5-2 раза меньше. Периодичность подачи воды в термически напряженное время суток – через 1-2 ч. Необходимое число циклов увлажнения определяется скоростью испарения капель диспергированной воды с поверхности растений. Объем расходуемой за сутки влаги должен обеспечивать поддержание регулируемых параметров фитолимата посевов в рекомендуемых пределах. По данным многих авторов, средняя за вегетационный период суточная норма увлажнения находится в пределах 2-7 м³ /га.

Наибольший эффект от мелкодисперсного дождевания достигается при частом или непрерывном распределении водного аэрозоля над орошаемой площадью.

Для расчета времени испарения капель воды с поверхности растительного покрова Б.К. Рассоловым и А.И. Шахмейстером предложен ряд формул. Для растительного покрова с изменяющимися параметрами фитолимата формула имеет вид:

$$\tau = 1,3 \frac{d^2}{\Delta \ell} \cdot 10^{-3}, \text{ мин},$$

где τ – время испарения, мин; d – средний диаметр капель, мкм; $\Delta \ell$ – разность концентрации водяного пара в растительном покрове и над растительным покровом, мб.

Время испарения капель для ДДА-100МА определяется по формуле

$$\tau = \frac{200}{\Delta \ell}, \text{ мин},$$

а для туманообразующей установки (ТОУ):

$$\tau = \frac{300}{\Delta \ell}.$$

А.П. Лихацевич, используя широко применяемые в метеорологии уравнения состояния идеального газа и допустив некоторые упрощения, аналитически получил

уравнение, позволяющее рассчитывать необходимую для конкретных условий интенсивность (q) мелкодисперсного увлажнения:

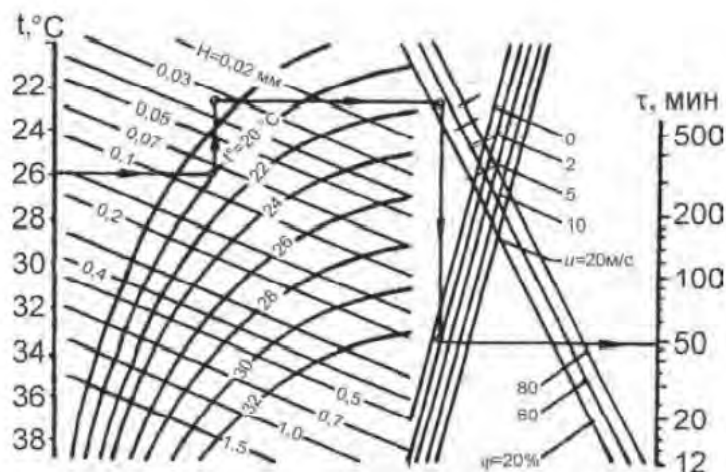
$$q = \frac{H}{\tau} = \frac{\alpha^1 \cdot \mu_n P h E (T - T_0)}{K \beta \rho_a R H T T_0}, \text{ мм/мин,}$$

где H – слой воды, поданный на площадь при мелкодисперсном увлажнении, мм; τ – время воздействия одного цикла мелкодисперсного увлажнения на микроклимат зоны обитания увлажняемых растений, мин; α^1 – коэффициент, учитывающий плотность растительности в данном объеме; μ_n – молекулярный вес пара, кг/моль; P – общее давление влажного воздуха, мб; h – высота вегетационной массы увлажняемой культуры, м; E – интенсивность испарения капелек воды, мм/мин; T – фактическая температура влажного воздуха, $^{\circ}\text{K}$. T_0 – относительная температура влажного воздуха, $^{\circ}\text{K}$; K – коэффициент пропорциональности; β – коэффициент, учитывающий потери мелкодиспергированной воды; R – универсальная газовая постоянная, Дж/ $^{\circ}\text{K}$ ·моль.

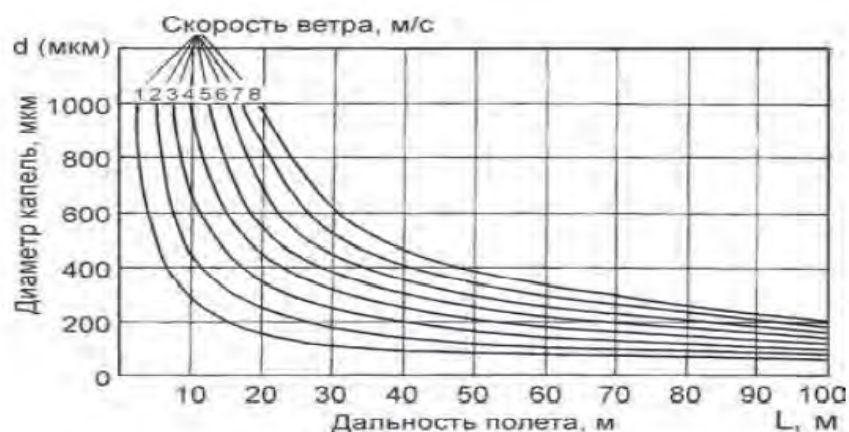
Уравнение (6.3), по мнению А.П. Лихацевича, является универсальным и может быть использовано в любой зоне и для любой культуры. Однако с учетом того, что определение коэффициентов α , β , K затруднено, им установлена эмпирическая зависимость для определения межполивного интервала при мелкодисперсном увлажнении многолетних трав на торфяных почвах Белорусского Полесья вентиляторными опрыскивателями ОП-450 и ОВТ-1А.

$$\tau = \frac{1,85 \cdot 10^5 H^2 (1 + 0,00366 t_{\bar{a}})}{(1 - 0,01 \bar{a}) (1 + 0,23 v_{\bar{a}}) (t_{\bar{a}} - 20)}, \text{ мин.}$$

Построенная на основании формулы (6.4) номограмма (рис. 6.14) позволяет оперативно корректировать разовую норму увлажнения и межполивной интервал применительно к сложившимся условиям. В ходе проверки формулы в полевых условиях полученные фактические данные отличались от расчетных не более чем на 2 мин.



При рассредоточенной установке стационарных диспергаторов на равномерность распределения влаги по площади участка большое влияние оказывает диаметр образующихся капель, наличие и сила ветра, высота установки насадки. Чем мельче капля, тем дальше и равномернее идет распределение влаги по площади. На рис. 6.15 приведены данные зависимости дальности полета капли от ее диаметра и скорости ветра. Экспериментальными исследованиями установлено, что стационарная система мелкодисперсного дождевания может обеспечивать удовлетворительную равномерность распределения слоя осадков только при скоростях ветра более 1,8 м/с. В этом случае коэффициент эффективного полива достигает значения 0,6.



Основные способы диспергирования воды – гидродинамический, гидромеханический и пневмогидродинамический. Для этого используют форсунки различных конструкций, которыми оснащают машины или установки для мелкодисперсного дождевания (рис. 6.16).



Типы форсунок: а – струйная ($2\alpha = 10 - 15^\circ$); б – центробежная с завихрителями ($2\alpha = 50 - 110^\circ$); в – струйная с полым коническим факелом; г – струйная с плоским факелом; д – струйная с боковым факелом; ж, з, и, к, л – струйные с отражающим дефлектором; м – центробежная с завихрителем и подсосом воздуха; н – струйная с завихрителем; о – с разбрасывающим диском; п – струйная с соударяющимися струями; р – тангенциальная; с, т – фоггер (блок насадок).

Краткие технические данные имеющихся технических средств для МДД приведены в таблице.

Таблица 6.3 Стационарные системы мелкодисперсного (аэрозольного) увлажнительного дождевания (МДД)

Показатели	Система МДД разработана		
	ВНИИ «Радуга»		УкрНИИОС
Тип основного рабочего органа	Дождеватель		Насадка
Схема расстановки рабочих органов, м	38x37	17x17	4x2,5
Число рабочих органов на 1 га	5-7	36	1000
Высота установки насадок, м	9-10	5	
Давление воды у рабочего органа, МПа	0,3-0,4	0,15-0,6	0,15-0,4
Расход распылителя, л/с	0,08-0,11	0,015-0,023	0,008
Интенсивность водоподачи, на 1 га л/с	0,48-0,66	1,62-2,48	1
Площадь, обслуживаемая одним оператором, га	100	10	50
Удельная протяженность трубопровода, м/га	300	850	2213
Средний диаметр трубопроводной сети, мм	42	20	29

На стационарных системах для надкоронового мелкодисперсного дождевания в садах применяют оборудование, включающее в себя мачту высотой 9-12 м и поворотную штангу с диспергаторами (форсунками). Штанга самоустанавливается перпендикулярно направлению ветра (рис. 6.17).

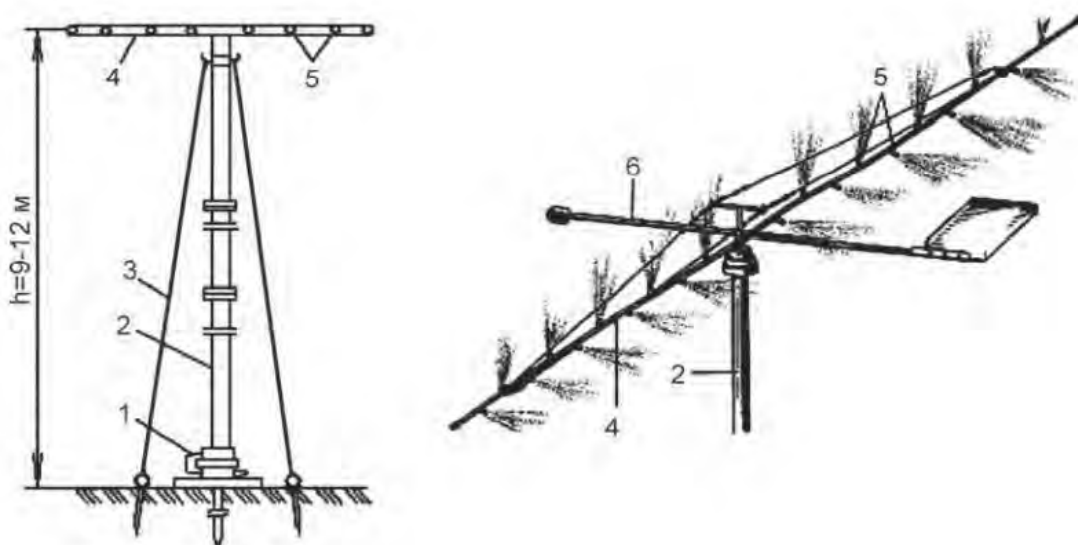
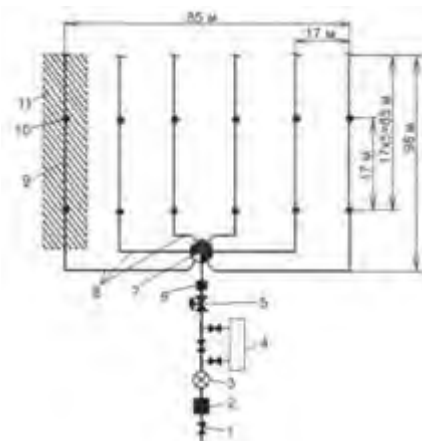


Схема мелкодисперсной стационарной установки ВНИИ «Радуга»: 1 – основание стойки; 2 – стойка; 3 – растяжки; 4 – штанга поворотная; 5 – форсунки; 6 – флюгер

Оборудование работает по принципу гидродинамического диспергирования воды. При скорости ветра 3-6 м/с средняя интенсивность дождя составляет не менее 0,06 мм/ч. Сезонно-стационарный комплект мелкодисперсного (аэрозольного) увлажнения КАУ-1М (рис. 6.18), конструкции ВНИИ «Радуга», представляет собой типовой модуль площадью 1 га для увлажнительного импульсного орошения садовых и овощных культур. Комплект аэрозольного орошения КАУ-1М предусмотрен для работы в режиме импульсного автоматического полива на протяжении периода термически неблагоприятных условий окружающей среды (засухи, суховея, термически напряженные периоды времени суток, заморозки).



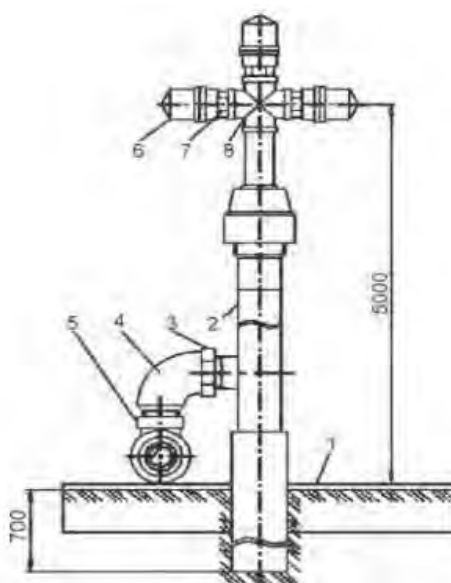
Принципиальная схема модуля комплекта аэрозольного увлажнения: 1- кран; 2 – фильтр; 3 – счётчик воды; 4 – гидроподкормщик; 5 – клапан с таймером; 6 – клапан обратный; 7 – клапан распределительный; 8 – распределительный трубопровод; 9 – поливной трубопровод $d=25$; 10 – стояк с распыливающими насадками; 11 – зона полива (импульса)

Энергонезависимый блок управления позволяет задавать импульсы водоподдачи и паузы между ними в интервалах, соответствующих расчетным параметрам разовых объемов водоподдачи и времени обсыхания влаги с листовой поверхности. Стояки комплекта выполнены в виде стальной трубчатой конструкции переменного сечения высотой 5 м и весят менее 13 кг, что позволяет одному оператору проводить их техническое обслуживание.

Основание стояка выполнено в виде полого стакана с крестообразным ограничителем глубины, служащим и для обеспечения устойчивости к вращению и наклону (рис. 6.19). Основание заглубляется в грунт на 0,7 м, в него помещается стояк и крепится болтом, чтобы избежать произвольного вращения.

Для комбинированного полива сельскохозяйственных культур аэрозольное увлажнение можно сочетать с дождеванием, капельным или внутривпочвенным орошением.

Стационарная автоматизированная система МДД конструкции УкрНИИОС предназначена для одновременного проведения надкоронового и подкоронового мелкодисперсного дождевания на участках с уклоном до 0,5 при скорости ветра до 5 м/с. Она включает в себя водозаборный узел, насосную станцию, устройство для очистки воды и внесения удобрений, сеть трубопроводов, водовыпуски и блок автоматизированного управления поливом. Элементы системы выполнены из полимерных материалов. Система состоит из блоков одновременного полива площадью по 6 га. Система автоматизированного управления обеспечивает прерывистый полив в режиме «полив малой продолжительности – длительная пауза» (например, 5 и 40 мин).



Дождеватель: 1 – основание (анкер); 2 – трубчатый стояк; 3 – контргайка; 4 – угольник; 5 – тройник; 6 – насадка; 7 – ниппель; 8 – крестовина

Во ВНИИГиМ разработано несколько модификаций туманообразующих установок для аэрозольного орошения (табл. 6.4).

Газодинамическая установка МДД-ТОУ-7 конструкции ВНИИГиМ создана на базе емкости машины РЖТ-3 с газотурбинным двигателем и сопловым аппаратом с водяным коллектором. Жидкость диспергируется скоростным газоздушным потоком. Установка работает следующим образом: атмосферный воздух засасывается в компрессор, сжимается там и поступает в камеру сгорания, куда подается топливо. Разогретый до температуры 1100 °С воздух с продуктами сгорания направляется в двухступенчатую газовую турбину, служащую приводом компрессора, а затем поступает в суживающееся сопло с температурой 400-450 °С. В нем газоздушная смесь циркулирует со скоростью порядка 400-450 м/с, расширяется, создавая давление, равное атмосферному. На выходе из сопла в струю газоздушной смеси подается вода из перфорированных по длине патрубков, соединенных с водораспределительным коллектором гибкими шлангами, которые укреплены на шарнирах, позволяющих сводить и разводить их по отношению к оси струи. Из сопла смесь воды и воздуха выходит в виде турбулентной двухфазной струи и распределяется по посеvu. Через некоторое время скорость струи уменьшается, капли воды выпадают из потока и осаждаются на листьях растений.

Таблица -Техническая характеристика установок ТОУ

Показатели	ТОУ-2	ТОУ-3 и ТОУ-5	ТОУ-6	ТОУ-7
Мощность двигателя, л.с.	75	700	100	700
Расход топлива, кг/ч	60	180	120-160	200
Расход воды, кг/с	2	16	20	20
Удельный расход топлива, г/кг воды	-	3,12	-	2,8
Средний размер капель, мкм	50-150	500	200...600	-
Радиус действия, м	70	100	100	100
Подача воды из автоцистерны вместимостью, м ³	-	3,8	-	8
Скорость движения, км/ч	-	11,5	4-16	15
Время непрерывной работы (без заправки ёмкости), с	-	240	-	390
Производительность, га/ч	-	30	-	65
Поливная норма, л/га	-	500	-	480

В качестве двигателя используется газотурбинный авиационный двигатель ГТД-3Ф, отработавший свой ресурс и приспособленный для работы в наземных условиях.

Туманообразующая установка МАГ-3 монтируется на автомобиле КРАЗ-214 или КРАЗ-225 и состоит из топливной и водяной емкостей, двух насосов подачи, запорно-регулирующих органов, турбореактивного двигателя (ВК-1), коллектора для подвода жидкости, дроссельной заслонки.

Автомобиль газоводяного тушения АГВТ-150, также представляет этот тип газоаэрозольных установок, используемых, например в борьбе с заморозками (рис. 6. 20).

Газоструйная установка «Экотрон» позволяет имитировать дождь от мелкодисперсного до тропического ливня; вносить химические удобрения, микроэлементы, средства защиты растений, производить мульчирование почвы растворами типа битумной эмульсии и т.д. (табл. 6.5).

Таблица 6.5 Характеристика газоструйной установки «Экотрон»

Параметры	В режиме обычно-го дождевания	В режиме МДД
Расход воды, л/с	100-800	10-100
Длина струи, м	100-120	120-150
Диаметр капель, мкм	1000-2500	100-600

При работе в режиме дождевания питание осуществляется от гидрантов стационарной оросительной сети, а в режиме МДД – от прицепной ёмкости вместимостью 22 м³ с помощью насоса.



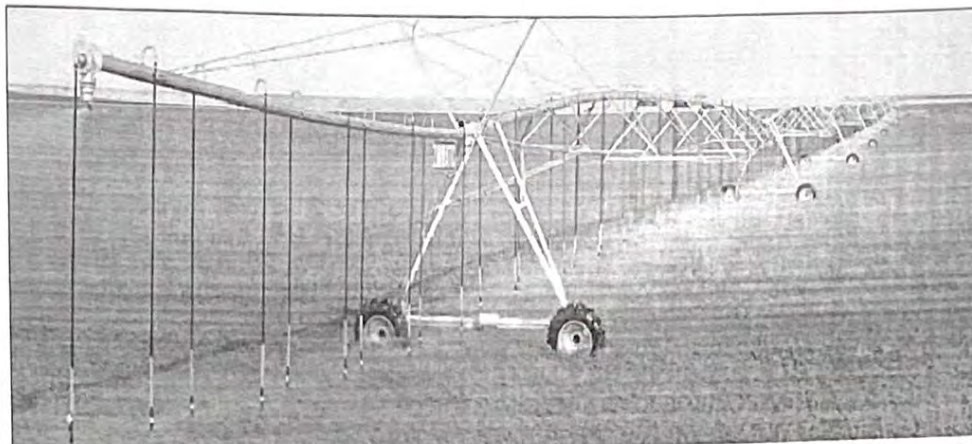
Автомобиль газоводяного тушения АГВТ-150

Мелкодисперсное орошение осуществляют с применением широкозахватных дождевальными машин и агрегатов.

Использование микродождевальных насадок на широкозахватных машинах фронтального и кругового действия типов «Фрегат», «Кубань», ДДА-100МА позволяет использовать их для малообъёмного орошения и гербициации (рис. 6. 21).

Микродождевальные насадки в работе на машине «Zimmatic» (Франция)

Оборудование МДД к агрегату ДДА-100МА включает в себя центробежный насос ЗК-6, всасывающую и напорную линии трубопроводов, подвесной полиэтиленовый шланг Ø 66 мм, на котором установлены 175 центробежных форсунок с диаметрами сопел 3,5 мм.



Микрождевальные насадки в работе на машине «Zimmatic» (Франция)

Оборудование МДД к агрегату ДДА-100МА включает в себя центробежный насос ЗК-6, всасывающую и напорную линии трубопроводов, подвесной полиэтиленовый шланг Ø 66 мм, на котором установлены 175 центробежных форсунок с диаметрами сопел 3,5 мм.

Техническая характеристика переоборудованного агрегата ДДМ-100МА для аэрозольного орошения		Удельный расход топлива, г/кг воды (кг/га)	0,7(0,33)
Базовая машина	ДТ-75	Ширина захвата, м	120
Суммарная мощность, л.с.	90	Производительность чистого времени, га/ч	120-180
В том числе для диспергирования воды	8	Разовая норма увлажнения, л/га	300
Расход:		Средний размер капель, мкм	500
воды, кг/с	5		
топлива, кг/ч			

Проректор по научной работе и международным связям



E. Islamov
A. Kozhikseva

Е.Исламов

Эксперт

А.Козыкеева

23.06.2021 г.

Тема: «Внутрипочвенное орошение»

Цели и задачи: ознакомиться с внутрипочвенным орошением.

ПЛАН:

1. Достоинства и недостатки внутрипочвенного орошения
2. Виды оросительных систем при внутрипочвенном орошении
3. Элементы техники орошения

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.

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.

При организации внутрипочвенного орошения, особенно на крупных площадях, необходимо учитывать и некоторые его **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-инъекторами). Наиболее распространены системы с трубчатыми перфорированными увлажнителями.

Оросительная система при внутрипочвенном 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 внутрипочвенном 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 незаилялись, 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 внутрипочвенном орошении проводят при помощи специальных машин — траншейных экскаваторов и дренаукладчиков. 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 внутрипочвенно-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. При этом заражения окружающей среды и растений при этом способе полива не происходит: микроорганизмы, находящиеся в почве, обезвреживают 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. e-reading.club

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 неувлажняемого слоя почвы, глубинной утечкой воды. Длину увлажнителя можно определить по зависимости

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 (рис. 7.1).

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 из асбестоцементных или полиэтиленовых труб. 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 м³ 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 высокорентабельных 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 , м³/с, следует определять по формуле

$$Q_k = q_i l_k$$

где q_i - величина впитывания воды почвой на 1 м увлажнителя, м³/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_{ht} , м³/с, надлежит рассчитывать по формуле

$$Q_{kt} = q_k n_k,$$

где q_h - расход увлажнителя, м³/с;
 n_h - число одновременно работающих увлажнителей, питаемых от рассчитываемого оросителя.

Проректор по научной работе
и международным связям

Эксперт



Е.Исламов

А.Козыкеева

23.06.2021

Тема: «Капельное орошение»

Цели и задачи: ознакомиться с капельным орошением, уметь рассчитать элементы техники полива.

План:

1. Понятие и виды капельного орошения
2. Технология и устройство

Капельное орошение является особой разновидностью внутрипочвенного орошения, при котором поливная вода по трубопроводам через капельницы-водовыпуски подается малыми расходами или каплями непосредственно в корнеобитаемую зону растений.

Капельным орошением называется строго направленная подача к корням растений чрезвычайно малых (капля за каплей) количествах воды, смешанной с удобрениями, при помощи помещенных в грунт или находящихся на поверхности почвы или над ней специальных устройств-капельниц (дозаторов). Расход их 0,2-10 л/ч при напоре $H=8-28$ м.

Позволяет получить значительную экономию воды и других ресурсов (удобрений, трудовых затрат, энергии и трубопроводов). Капельное орошение также даёт другие преимущества (более ранний урожай, предотвращение эрозии почвы, уменьшение вероятности распространения болезней и сорняков).

Широкое использование метод впервые получил в разработке СимхиБласса в Израиле, где в условиях дефицита воды в 1950-х годах начались опыты по внедрению системы капельного орошения.

Изначально получило распространение в тепличном производстве, но на сегодня уже широко используется и в открытом грунте для выращивания овощей, фруктов и винограда, а также озеленения, в т.ч. вертикальных садов. Наибольший эффект применение капельного орошения даёт в зонах недостаточного увлажнения.

Со второй половины XX столетия в практику оросительных мелиораций широко и во всё возрастающих объёмах внедряется технология капельного орошения, которая в настоящее время определена в качестве перспективного и высокоэффективного способа искусственного увлажнения посевов и посадок сельскохозяйственных, декоративных и средозащитных растений. Технологию капельного полива отличает рациональность и эффективность в использовании земли, почвы, воды, агрохимических препаратов, удобрений, энергии и труда, экологичность и экономичность реализации технологических процессов при высоком уровне автоматизации полива. Капельное орошение относится к технологии малообъёмного и локального полива растений, принципиально отличающейся от макрообъёмных (по водоподаче) технологий чекового, полосового, бороздового и дождевого орошения, и предусматривает медленную («покапельную») и продолжительную (во времени) подачу поливной воды или поливного раствора в строго определённую корнеобитаемую зону почвенного пространства (ризосферы). В процессе развития этой технологии полива совершенствовались технические средства, оборудование и системы её реализации, но принцип капельной («покапельной») подачи поливной воды в строго определённую локальную зону ризосферы растений оставался неизменным и соответствующим изначально предложенному и общепринятому. Успешная реализация указанного принципа локального и малообъёмного полива растений радикально изменила представления и подходы специалистов – агро- и гидромелиораторов к формированию и функционированию естественно функционирующего комплекса «растение – почва и вода» (от периодического (запасного) влагонасыщения всей (потенциально возможной) области питания растений к строго дозированному и своевременному (по водопотребности) увлажнению определённой части ризосферы).

Термин **капельное орошение (микроирригация)** используется для определения такого способа полива, который характеризуется следующими принципами:

1. Полив осуществляется при низком расходе воды.
2. Полив осуществляется относительно длительный период времени.
3. Полив может осуществляться в заранее запланированных интервалах.

4. Полив осуществляется при относительно низком давлении.

5. Полив осуществляется непосредственно в ту зону почвы, где находится корневая система растения.

При капельном орошении вода подается к растениям при помощи сети магистральных водопроводов, их ответвлений и капельных лент со встроенными капельницами (эмиттерами). Каждая капельница подает к корневой системе растения определенное, точное количество воды и минеральных удобрений. Вода и питательные вещества попадают в почву непосредственно через капельницы. Далее вода проходит к корневой системе благодаря силе тяжести и **капиллярному взаимодействию**. Таким образом, подача воды и питательных средств происходит непрерывно, гарантируя, что растения будут получать их в достаточном количестве. А это, в свою очередь, обеспечит своевременный и высокий урожай агро культур.

Преимущества: экономия оросительной воды; локальное увлажнение почвы; не требуется планировка; возможна подача вместе с оросительной водой удобрений; незначительны энергозатраты; отсутствует необходимость в дренаже.

Недостатки: засорение отверстий капельниц примесями и отложениями солей; неравномерность распределения воды при значительных площадях системы; повреждение пластмассовых трубопроводов грызунами; высокая стоимость.

Системы капельного орошения имеют ряд недостатков: сравнительно высокую первоначальную стоимость; не регулируется микроклимат—этот важный фактор жизни растений; пластмассовые трубопроводы малых диаметров склонны к закупорке.

Закупорка трубопроводов малых диаметров происходит в результате загрязнения поливной воды, биологических и химических процессов, протекающих при малых скоростях воды в трубах и благоприятных температурных условиях. Эффективность работы системы сильно зависит от степени очистки воды от механических примесей, растворенных веществ и водорослей. Для борьбы с водорослями рекомендуют добавлять в воду медный купорос в количестве 1 мг/л, хорошо растворенный в воде. Указанная норма купороса безвредна для скота, рыбы и орошаемых культур. Для очистки воды от наносов разной крупности и органических веществ применяют фильтры разных конструкций.

При капельном орошении за счет снижения потерь на испарение экономится вода, что особенно важно для засушливых районов и при недостаточных запасах воды в источнике орошения, не надо проводить планировки поверхности земли, с водой можно вносить и удобрения, сохраняется высокая аэрация почвы.

В систему капельного орошения входят водоисточник, контрольно-распределительный блок (КБР), магистральный трубопровод, распределительные трубопроводы (ПТ), отводы от ПТ, капельницы (дозаторы). В свою очередь, контрольно-распределительный блок включает насос, фильтр, манометры перед фильтром и за ним, регулятор расхода и давления, блок-смеситель удобрений, инжектор для впрыскивания раствора удобрений.

Системы капельного орошения работают обычно при напоре до 30 м, поэтому такой напор целесообразно создавать центробежными насосами.

Наиболее эффективны низконапорные системы, позволяющий применять капельницы большого диаметра, а также более дешевые трубы и соединения. Реже применяют самотечные системы капельного орошения.

Капельное орошение применяют для различных насаждений, а также для пропашных культур.

Для удобрения почв в оросительные трубопроводы подается раствор из бака-смесителя. Достоинства капельного орошения – возможность непрерывной подачи воды в корнеобитаемый слой, экономия ее на 25 – 75% по сравнению с дождеванием (что позволяет применять орошения в условиях недостатка воды), исключение водной эрозии почв, снижение эксплуатационных затрат, повышение эффективности орошения. Капельные оросительные системы быстрее окупаются на участках с овощными культурами и плодоягодными садами.

К элементам техники капельного орошения относятся:

очаг увлажнения; контур увлажнения;

расход капельницы;

количество и схема расположения точек водоподачи;
равномерность распределения оросительной воды капельницами;
схема расположения капельниц по площади; площадь увлажнения.

При капельном орошении существенно изменяется агротехника: поливаемых культур: сокращается число обработок почвы, меняются сроки их проведения, снижается применение гербицидов. Медленное течение воды по сети тонких полимерных трубопроводов обеспечивает естественный подогрев ее при использовании для орошения холодных подземных вод.

Капельное орошение — прогрессивный способ полива многолетних насаждений, поэтому его целесообразно внедрять в производство там, где другие способы орошения применить трудно.

Капельницы можно располагать в стенках трубы или присоединять к ней через шланги и клапаны. Расстояние между ними принимается в зависимости от орошаемой культуры и водно-физических свойств почвы. Вода поступает в капельницы из труб, трубы укладываются на поверхность почвы вдоль рядов орошаемой культуры. Их можно заменить шлангами, соединяющими короткие трубы с капельницами. Оросительные трубы можно укладывать и в почву с выводом капельниц на поверхность. Расположение капельниц на поверхности почвы облегчает их очистку при засорении. Почва может увлажняться непрерывно или периодически. Оросительные трубы (шланги) получают воду из оросительной сети, которая берет ее из подводящих труб. В проводящую сеть вода попадает из отстойников с фильтрами, куда она подается под напором насосной станцией, забирающей ее из водоисточника. Капельницы могут работать только при поступлении чистой воды.

В зависимости от нахождения оборудования на участке различают системы капельного орошения: стационарные, стационарно-сезонные и односезонного использования.

По размещению относительно поверхности почвы системы капельного орошения могут быть наземными, надземными и подземными.

По степени автоматизации они бывают автоматическими, автоматизированными и с ручным управлением.

По соответствию интенсивности водоподачи и водопотребления системы капельного орошения делятся на абсолютно синхронные, синхронные в суточном цикле и полусинхронные.

По пространственным контактам вода-почва они подразделяются на обусловленный очаг увлажнения, формируемый на поверхности почвы и ниже на очаг увлажнения, смыкающийся в одном направлении на поверхности почвы и ниже. Очаги увлажнения, смыкающийся в двух направлениях, формируются на поверхности почвы и ниже ее.

По временным контактам вода-почва они могут быть с непрерывной водоподачей в сезонном цикле, в суточном цикле и с полунепрерывной водоподачей.

По режиму истечения системы капельного орошения бывают капельными (капельницы типа «Молдавия-1», «Украина» и др.), мелкоструйными («Таврия-1») и периодического порционного истечения («Коломна-1»).

По техническому решению гашения напора они делятся с местным дорсселированием с путевыми гидравлическими сопротивлениями, с вихревой камерой, комбинированного действия, с аккумулярованием объемов воды и периодической подачей ее в очаг увлажнения.

По регулированию расхода системы капельного орошения бывают нерегулируемыми и регулируемые автоматические по сигналу с головы системы.

По очистке выходного канала они делятся на неочищаемые, с периодической ручкой очистной и самоочищающиеся.

По характеру соединения капельниц с полевым трубопроводом системы бывают с последовательными и параллельными соединениями.

Технология и устройство

Система капельного орошения обычно состоит из

1. узла забора воды
2. узла фильтрации
3. узла фертигации (фертигация — применение удобрений и протравливателей вместе с поливной водой)

4. магистрального трубопровода
5. разводящего трубопровода и капельных линий.

Капельные линии подразделяют на капельные трубки и капельные ленты.

В первом случае имеют в виду цельнотянутые полиэтиленовые трубки диаметром 16 мм или 20 мм, с толщиной стенки от 0.6 мм до 2 мм. Трубки могут быть изготовлены как с интегрированными (встроенными) капельницами, так и без капельниц. Капельные трубки без капельниц называются также "слепыми". Слепые капельные трубки подразумевают установку внешних капельниц, при этом место их установки может быть произвольным. Трубки с интегрированными капельницами производятся с установленным производителем интервалом между ними. Наибольшее распространение получили трубки с расстояниями между эмиттерами 25, 30, 50 и 100 см. Главной отличительной чертой капельных трубок от капельных лент является форма сечения и толщина стенок. Трубки имеют бóльшую толщину стенки и сохраняют круглое сечение как во время полива, так и в период между подачами воды в трубку.

Лентами же называют капельные линии, изготовленные из полоски полиэтилена, сворачиваемой в трубку и склеенной или сваренной термическим способом. При склейке/сварке внутри шва оставляют свободными от клея/сварки микропространства, которые, в свою очередь, образуют необходимые компоненты капельницы — фильтрующие отверстия, лабиринт превращения ламинарного потока в турбулентный и эмиттер. Толщина стенок лент обычно колеблется от 100 до 300 микрон. Также в системе полива используются фитинги (специальное соединение ленты капельного полива или иного шланга с магистральным трубопроводом), которые делятся на фитинги для ленты и штуцерные фитинги.



Подключение капельной ленты

Одним из основных элементов является капельная лента. Она представляет собой тонкостенное полое изделие небольшого диаметра с водовыпускными капельницами (эмиттерами), через которые влага подаётся в корневую зону каждого растения. В зависимости от типа капельниц различают такие виды ленты:

- щелевая — по всей длине ленты встраивается лабиринтный канал, в котором на равном расстоянии прорезаются тонкие щелевидные отверстия для вылива воды. Такие изделия подходят для механизированной укладки и равномерно подают воду, а в новых разработках предусмотрен механизм их самоочищения;
- эмиттерная — внутри ленты отдельно друг от друга встраиваются плоские жёсткие лабиринтные капельницы с заданным шагом между ними. За счёт создания в них турбулентных потоков такие изделия самоочищаются в процессе полива, но степень защиты от засорения у разных производителей может отличаться.

Встроенные капельницы бывают: компенсированными (водовылив осуществляется равномерно, независимо от уклона участка, длины поливочного ряда, давления в системе) и некомпенсированными (расход воды зависит от рельефа, протяжённости полива, напора жидкости). Аналогом ленты является капельная трубка, стенка которой в несколько раз толще. Этот вариант дороже и подходит для более продолжительной эксплуатации (до 6-7 лет).

Основные параметры

- Диаметр — стандартной и самой распространённой является лента диаметром 16 мм, для которой без труда можно подобрать дополнительные фитинги, и создать с её помощью практичную оросительную сеть. Лента 22 мм применяется реже, а её использование целесообразно для очень крупных хозяйств с большими площадями — длина орошаемых рядов с такими изделиями может достигать 400—450 м при приемлемом качестве полива.

- Толщина стенки — этот показатель измеряется в милах (1 mil=0,025 мм) и определяет механическую прочность ленты и её долговечность. Самыми тонкостенными являются изделия 5-6 mil, которые используются в течение одного сезона, а затем утилизируются. Универсальной и более устойчивой к повреждениям будет лента 7-8 mil, пригодная для повторного применения, если бережно с ней обращаться, использовать очищенную воду, а в конце сезона промывать, сушить и аккуратно хранить. К толстостенным относят изделия 10-15 mil, которые хорошо зарекомендовали себя в условиях каменистых почв и повышенного риска повреждения животными, насекомыми, птицами или инструментами для обработки грунта.

- Тип встроенных эмиттеров — щелевые или встроенные (компенсированные и некомпенсированные) капельницы.

- Производительность эмиттеров — некомпенсированные эмиттеры, как правило, отличаются небольшой производительностью, которая составляет 1,0-1,6 л/час. Такие нормы полива оптимальны для большинства культур и почв, но требования к очистке поливной воды при этом высокие, так как тонкие водопропускные каналы легко забиваются. У компенсированных капельниц расход воды может составлять 2-3,8 л/час, а применяют их чаще всего на песчаных грунтах с высокой впитывающей способностью под требующие усиленного полива культуры.

- Расстояние между эмиттерами — шаг между капельницами может составлять от 10 до 40 см и более. На этот параметр необходимо ориентироваться с учётом схемы высадки растений, потребностей культуры в воде и типа почвы. Ленты с эмиттерами, расположенными на расстоянии 10-20 см друг от друга выбирают для культур сплошного посева (зелени, лука, салата и т. д.). Почва при этом смачивается сплошной полосой. Кроме того, такие изделия подойдут для лёгких песчаных грунтов, а также в том случае, когда требуется высокий расход воды на погонный метр. Расстояние между эмиттерами 30 см удовлетворяет потребностям большинства пропашных овощных и некоторых ягодных культур.

- Рабочее давление — производители указывают нижний и верхний пороги давления, которые необходимо соблюдать в процессе эксплуатации. Для лент со средними показателями толщины стенки и расхода воды они составляют в среднем 0,2-0,3 и 0,8-1,1 атм соответственно. У изделий с более высокими эксплуатационными и техническими параметрами — 0,4-0,8 атм минимальное, а максимальное около 1,8-2,0.

- Устойчивость к ультрафиолету и химическим соединениям — важные свойства, влияющие на долговечность ленты. Если планируется фертигация, то устойчивость изделий к солям макро- и микроэлементов будет дополнительным преимуществом.

Система капельного полива состоит из большого количества ключевых компонентов, каждый из которых играет неотъемлемую роль в обеспечении эффективной, продуктивной и долгосрочной работы всей системы. Ниже приведены основные составляющие системы капельного орошения и их детальное описание.

1. Капельная лента

Капельная лента состоит из набора относительно недорогих капельниц, встроенных в тонкостенную трубку. Вода равномерно подается к растениям вдоль всей ленты через встроенные капельницы (эмиттеры), которые могут быть расположены на расстоянии от 10 см. до 60 см. друг от друга. Для того чтобы использовать капельную ленту при орошении различных культур и при различном ландшафте местности доступны капельные трубки с толщиной стенок от 4 mil до 15 mil, расходом капельницы от 0.3 до 1.5 литров в час. Капельная лента выпускается как в стандартных моделях, так и в моделях для повышенного давления (компенсации давления), и используется для орошения овощей, садовых и полевых культур. Капельная лента может устанавливаться как над землей, так и под ней, также может использоваться в течении нескольких сезонов со сборкой в конце сезона или с оставлением в грунте на зиму. Капельная лента

относительно недорогая и устанавливается собственными силами без привлечения профессионалов.

2. Наружная капельница

Наружная капельница является маленьким пластиковым устройством, через которое подаются небольшие порции воды непосредственно к корню растения. Вода к капельницам подается через ПВХ трубки. Таким образом, вода просачивается в **почву** к корневой системе через капиллярные потоки и образуется увлажненная область вокруг корня растения, размер которой зависит от типа почвы, расхода и ирригационного графика. Наружная капельница прикрепляется к стенке шланга (капельной трубки) при помощи специальных зубцов на капельнице, вставленных в заранее проделанное (специальным дыроколом) отверстие в стенке капельной трубки. Наружные капельницы имеют преимущество перед другими способами полива, так как установка капельницы в трубку возможна в любом месте (на любом расстоянии друг от друга), где это необходимо для растения. Основным недостатком является то, что нужно каждую капельницу вручную вставлять в капельную трубку. Несмотря на способность капельницы к само очистке, этот процесс не является полноценной альтернативой для постоянной фильтрации и обслуживания системы капельного орошения. Системы капельного орошения могут использовать сотни или даже тысячи капельниц (эмиттеров), и такое количество крайне затруднительно устанавливать вручную. Поэтому наружные капельницы больше применяются на относительно не больших участках.

Встроенная/ вставная регулируемая капельница

Встроенные/ вставные регулируемые капельницы, состоят из маленьких пластиковых устройств эмиссии, с функциями по аналогии с наружными капельницами, но в этой конфигурации они предварительно вставлены в ПВХ шланг капельной трубки в определенных интервалах между собой. Эмиттеры могут быть цилиндрическими или плоскими “в форме лодки”, и прикрепляются к стене капельной трубки с помощью контролируемого процесса нагревания. Экономия рабочей силы при установке такой капельницы будет значительна, так как они уже предварительно вставлены в капельную трубку. Такая конструкция также как и наружные капельницы позволяет гибко планировать количество и расстояние между капельницами, так как дополнительные эмиттеры могут легко быть добавлены в капельную трубку при необходимости. Основным недостатком такой технологии является то, что капельницы могут быть изначально там, где в них нет необходимости, и это уже не исправить. В отличие от других технологий капельного полива, встроенная регулируемая капельница может быть установлена под землей и поверхность почвы при этом останется сухой.

Увлажнитель

Увлажнителями являются маленькими пластиковые устройствами, которые испускают воду в виде плотного тумана. В дополнение к орошению почвы, с помощью увлажнителей можно изменять температуру и влажность среды, где находится растение. Первоначально увлажнители были разработаны для орошения цитрусовых, но они также хорошо себя зарекомендовали при орошении растений в горшках или специальных корзинах, где корни, ограниченные в росте горшками, требуют частого увлажнения.

5. Спринклер (распылитель)

Спринклеры (распылители) являются небольшими пластиковыми устройствами, которые устанавливаются на специальные подставки. Распылители мощными порционными струями выбрасывают воду (радиус действия до 15 - 20 м.) в виде определенных узоров (круг, бабочка, низкая/высокая траектория и т.д.). Разнообразие форм распыления воды дает большой выбор подачи воды в тот участок, где необходим полив, например, полив непосредственно корневой системы дерева, а не его ствола.

Микро распылитель

Микро разбрызгиватели - это небольшие пластиковые устройства, которые распыляют воду по всей окружности с помощью специального вращающегося разбрызгивателя. Микро разбрызгиватель крепится к боковой трубке РЕ на пластиковые стойки отдельно или на пластиковые стойки, установленные на длинные микро-трубки РЕ. Преимущество использования

такой системы заключается в том, что вода подается на большую площадь, используя только один распылитель, а рабочее давление при этом остается в системе низким. Основным недостатком использования микро распылителя является то, что полив происходит по воздуху и часть воды теряется при поливе не целевых объектов, таких как дорожки, стволы деревьев, листья и т.д. Кроме того, качество и точность применения такого способа полива зависит от ветра.

Трубка РЕ

Трубка РЕ широко используется в качестве боковой трубы (ответвления), по которой вода подается непосредственно в капельную ленту, капельницу, распылитель, дождеватель и т.д. Трубка РЕ используется с различным диаметром, толщиной стенки, рабочим давлением и гидравлическими особенностями. Капельная трубка РЕ вне зависимости от цвета является устойчивой к УФ лучам.

Ответвление от магистрального трубопровода

Это вид распределительной трубы, по которой вода подается дальше в отводы. Ответвление от магистральной трубы обычно проходит через ряды. Она сделана из ПВХ или средней/высокой плотности полиэтилена и крепится к магистральному трубопроводу с помощью специальных соединителей (фиттингов).

9. Промывочный или сливной клапан/заглушка

Он устанавливается на конце отвода или ответвления магистрального трубопровода. Он состоит из клапана (для магистрального ответвления) или заглушки (для отводной трубы). Основное предназначение – это смыть из системы капельного полива осадки или любые другие отложения после окончания работы. Наличие промывочного или сливного клапана/заглушки необходимо, чтобы проводить регулярную чистку и гарантировать долговечность работы системы капельного орошения.

10. Ирригационный регулятор

Ирригационный регулятор управляет работой определенного набора эмиттеров. Он устанавливается в начале ответвлений от магистральных труб и обеспечивает подачу или остановку подачи воды к эмиттерам согласно установленному интервалу. Ирригационный регулятор состоит из релейного клапана, устройства регулирования давления для поддержания постоянного давления в системе, манометра, воздушного/вакуумного клапана и фильтра (не всегда) в качестве резервного к основной системе фильтрации. Ирригационный регулятор может быть как ручным, так и автоматическим.

Магистральный трубопровод

Магистральный трубопровод – это система труб, которая подает воду в ирригационный регулятор от насоса/источника воды. Такие трубы обычно состоят из ПВХ или полистилена высокой плотности.

12. Предохранительный воздушный или вакуумный клапан

Чтобы избежать общего отказа работы системы капельного орошения, разрыва или блокировки работы трубы используют предохранительный воздушный/вакуумный клапан. Его основное предназначение удалять из системы воздух, который может образоваться при запуске или при работе системы капельного полива. Предохранительный воздушный/вакуумный клапан также используются для выгаливания воздухом воды из системы при завершении ее работы. Это дает возможность избегать нежелательного вакуумного всасывания, как в трубопроводах, так и в устройствах эмиссии. Предохранительные воздушные/вакуумные клапаны, как правило, устанавливаются на возвышениях с определенным интервалом.

Фильтрационное оборудование

Фильтры используются в системе капельного полива для устранения попадания органических и неорганических веществ в воду, которые могут засорить капельницы, капельные ленты, трубки и т.д.. В системе капельного орошения обычно используют песчано-гравийные, сетчатые и дисковые фильтры.

Сетчатый фильтр максимально эффективен для фильтрации твердых макрочастиц в воде, таких как песок или другие мелкие частицы (элементы коррозии трубопровода, ракушки и т.д), которые часто попадают в водопроводную воду. Сетчатый фильтр не эффективен при очистке

ленты, трубки и т.д.. В системе капельного орошения обычно используют песчано-гравийные, сетчатые и дисковые фильтры.

Сетчатый фильтр максимально эффективен для фильтрации твердых макрочастиц в воде, таких как песок или другие мелкие частицы (элементы коррозии трубопровода, ракушки и т.д), которые часто попадают в водопроводную воду. Сетчатый фильтр не эффективен при очистке воды от органических материалов, таких как водоросли, почва и слизь. Эти загрязнения или забивают сетку фильтра или просто проскальзывают через сетку.

Дисковый 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 легко его разобрать и прочистить. 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.

Песчано гравийный фильтр используется для удержания глины, мелкого песка, мха, травы, листьев, насекомых и пр. мелкого мусора, который не задержит гидроциклон. Песчано-гравийный фильтр, для более эффективной очистки воды, рекомендуется применять совместно с гидроциклоном и автоматическим сетчатым фильтром.

Фертигация - внесение в почву растворимых в воде минеральных удобрений. Так как вода подается непосредственно к корневой системе растения, есть возможность вносить растворимые питательные вещества (удобрения) вместе с водой. Этот процесс называется фертигация. Существуют различные способы фертигации в капельном орошении:

Инжектор Вентури - применяется для внесения растворимых удобрений в систему капельный полива. Система инжектора включает в себя непосредственно инжектор, удобрительный узел (обвод, обвязка) и трубку ПВХ (шланг для инжектора) с фильтром-заборником.

Всасывающий насос - мембранный насос, который всасывает минеральные удобрения в магистральную трубу системы капельного орошения. Такие насосы обычно электрические и доступны в различных комплектациях. Уровень ввода минеральных удобрений устанавливается непосредственно в насосе.

15. Насос

Насос используется для доставки воды из источника в систему капельного орошения. Выделяют различные виды насосов в зависимости от источника воды и потребления электроэнергии.

16. Ирригационный регулятор (контролер)

Ирригационные регуляторы используются для автоматического запуска и остановки работы капельной системы с помощью электросигналов к соответствующим клапанам. Электронные сигналы подаются в соответствии с заранее установленным пользователем графиком работы для каждой отдельной зоны/блока. Существуют также автоматизированные регуляторы, которые реагируют на дождь, уровень солнца и прочие внешние факторы.

Проректор по научной работе
и международным связям



Эксперт

Handwritten signature of A. Kozhikoeva

Е.Исламов

А.Козыкеева

23.06.2021г

Тема: «Орошение дождеванием»

Цели и задачи: ознакомиться с дождеванием.

ПЛАН:

1. Основные принципы и виды дождевания
2. Типы дождевальных систем
3. Дождевальные насадки
4. Дождевальные машины
5. Расчёт полива дождеванием

Дождевание — распыление оросительной воды специальными техническими средствами на мелкие капли, которые в виде дождя дают на растения и почву, увлажняя их в приземный слой воздуха. Это наиболее механизированный и автоматизированный способ полива. Его применяют на участках с равнинным рельефом, безуклонных и малоуклонных территориях с почвами средней и высокой водопроницаемости для полива овощных, технических и зерновых культур, садов, лугов и культурных пастбищ.

Преимущества этого способа орошения —

высокий уровень механизации и автоматизации процесса полива;
возможность проведения поливов на полях со сложным микрорельефом, прямым и обратным уклонами;

маневрирование поливными нормами в широком диапазоне
улучшение микроклимата и условий развития корневой системы растений;
отсутствие подъема уровня грунтовых вод.

Дождеванию присущи и недостатки:

большие затраты металла на изготовление дождевальных машин, установок и труб,
высокая энергоёмкость, неравномерность полива при ветре,
невозможность глубокого увлажнения тяжелых почв,
отрицательная реакция отдельных с.х культур.

По срокам и характеру увлажнения почвы по биологическому воздействию на сельскохозяйственные культуры различают 2 вида дождевания: обычное и импульсное

При обычном дождевании воду на поля подают в виде дождя со значительным интервалом 5-10 суток для создания оптимальных запасов влаги в активном слое почвы и смягчения микроклимата приземного слоя воздуха. Для этой цели используют дождевальные агрегаты и машины ДДА-100М, ДДА-100МА, ДДН-100, «Фрегат», «Днепр» и др.

При импульсном дождевании полив осуществляется аппаратами импульсного дождевания, которые работают отдельными циклами, состоящими из периода накопления воды и выбрасывания воды в атмосферу.

В последние годы широкое распространение начинает получать приземное и подкroновое дождевание. **Приземное дождевание** осуществляется переоборудованными дождевальными машинами, где устраняется отрицательное влияние ветра. При этом вода разбрызгивается на высоте 1 м от поверхности почвы, что позволяет дождевальной машине работать при скорости ветра до 12 м/с

Подкroновое дождевание используют для полива плодовых насаждений с применением малорасходных дождевальных микронасадок, что повышает урожайность плодовых культур на 20-40%..

Бывает несколько разновидностей дождевания:

Дождевание ротатором — полив средними поливными нормами и средней интенсивностью дождя - особенно эффективен при поливе цветников и газонов средних площадей;

Статическое дождевание— полив большими поливными нормами и большей интенсивностью дождя - применяется в основном для полива цветников и газонов

Микродождевание - мелкодисперсный полив (наиболее щадящий режим полива) — удобен для полива цветников и оранжерей;

▪ импульсное дождевание — полив малыми поливными нормами и с небольшой интенсивностью дождя (тоже считается одним из наиболее мягких режимов полива) — удобен при поливе цветников, плодово-ягодных, овощных и других культур.

▪ роторное дождевание – полив небольшими поливными нормами и с небольшой интенсивностью дождя – широко применим для полива цветников и газонов средних и больших площадей;

Элементами дождевальных оросительных систем являются: источник орошения, насосно-силовое оборудование, постоянная сеть каналов и трубопроводов, временная сеть каналов или быстроразборных трубопроводов, стационарные или подвижные дождевальные аппараты и машины.

По действию и конструктивным особенностям дождевальные системы делят на стационарные, полустационарные и передвижные.

В стационарных системах все элементы, кроме дождевальных машин и агрегатов, занимают постоянное положение. Такие системы целесообразно делать автоматическими с использованием стационарных дождевальных аппаратов. Управление системой осуществляется программным устройством, находящимся в насосной станции. Большие возможности для развития стационарных автоматизированных дождевальных систем имеются в предгорных районах, где для дождевания может быть использован естественный напор вод горных рек.

В полустационарных системах подвижными могут быть распределительные и дождевальные трубопроводы, дождевальные машины и установки. Такой тип систем наиболее распространён.

В передвижных системах все элементы в процессе полива перемещаются. Обычно такие системы имеют небольшую площадь (овощные участки, культурные пастбища), где не требуется пропуска больших расходов.

Основным рабочим органом, преобразующим водяной поток в дождевые капли, являются различного типа дождевальные насадки и аппараты.

Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее подвижных частей, называется насадкой, а устройство для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающее подвижные элементы, - дождевальным аппаратом.

Для создания искусственного дождя чаще всего применяют дефлекторные (отражательные) и струйные насадки.

В дефлекторных насадках компактная струя воды, вытекая из отверстия с определенной скоростью, ударяясь о дефлектор или обтекая его, образует тонкую водяную пленку, которая в воздухе распадается на отдельные капли (рис. 28). Дефлекторные насадки называют короткоструйными. Их устанавливают на дождевальных двухконсольных машинах типа ДДА-100М, ДДА-100МА, на дождевальных установках при поливе цветников, газонов и растений, выращиваемых в теплицах. Достоинства: равномерное распыление воды с допустимым диаметром капель (0,9... 1,1 мм) при небольших напорах (0,08 . . . 0,15 МПа) и затратах энергии. Недостатки: небольшой радиус действия (6 ... 8 м) и высокая интенсивность дождя (0,7. ..1,1 мм/мин).

Струйные насадки используют во всех вращающихся дождевальных аппаратах. По конструкции они мало отличаются, но существенно различаются по напору и расходу воды, а также принципу вращения и дальности полёта струи.

В струйных насадках вода из отверстия сопла, вытекая с большой скоростью в атмосферу, встречает сопротивление воздуха и постепенно распадается на капли. Чем больше скорость полета струи, тем лучше она дробится на мелкие капли. Так как распад струи на капли дождя начинается на некотором расстоянии от насадки, то для увлажнения почвы вокруг самой насадки применяют дополнительные устройства — распылители, отсекатели или дополнительные вспомогательные насадки.

В зависимости от напора воды и дальности полёта струи различают короткоструйные ($H=0,12-0,25$ МПа, $R=7-20$ м), среднеструйные ($H=0,25-0,4$ МПа, $R=20-35$ м) и дальнеструйные ($H=0,4-1$ МПа, $R=35-100$ м) насадки. Наиболее распространены среднеструйные и дальнеструйные.

Среднеструйные дождевальные насадки по типу привода вращения ствола аппарата разделяют на коромысловые и с активной гидравлической турбинкой. Могут иметь до трех рабочих сопел. Среднеструйные насадки установлены на дождевальных машинах «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», а также импульсных аппаратах «Коломна». Дальнеструйные дождевальные насадки по механизму вращения ствола разделяют на коромысловые (тип ДА), с активной гидравлической турбинкой (тип ДД), реактивные, вакуумные, с приводом от другого источника энергии (тип

ДДН). Насадки типа ДД и ДА устанавливаются на вертикальных стояках высотой не менее 1,5 м, после окончания поливного сезона их снимают. Качество дождя, создаваемого различными насадками, характеризуют такие параметры, как интенсивность, диаметр капель, а также сила их удара о почву и растение. Чем меньше интенсивность дождя и диаметр капель, тем меньше разрушается почва и тем лучше впитывается вода в почву. Наибольшей силой удара обладают капли дальнеструйных насадок.

В зависимости от способа перемещения и создания необходимого напора воды различают: дождевальные агрегаты, машины, установки.

Дождеальные агрегаты состоят из самоходной опоры и насосного агрегата, смонтированного в комплекте с дождевальным устройством.

Дождеальные машины включают самоходную опору (или несколько опор), на которую навешивают дождевальное устройство.

Дождеальные установки представляют собой дождеальные устройства без самоходных опор

Дождеальные устройства в зависимости от типа используемых насадок **разделяют** на короткоструйные (радиус действия до 10 м), среднеструйные (до 50 м) и дальнеструйные (свыше 50 м).

Короткоструйные дождеальные машины. К этой группе относятся следующие дождеальные машины и установки: ДДА-100М, ДДА-100МА, «Кубань» и ДШ-25/300 «Тимирязевец». Основным их недостатком является большая интенсивность создаваемого дождя.

Электрическая дождевальная машина «Кубань» фронтального действия (ЭДМФ) с забором воды из открытого канала предназначена для полива дождеванием зерновых, овощебахчевых, технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ, а также других культур, включая высокостебельные (высота стебля не более 2,5 м). Оборудована электрической системой автоматического управления и защиты.

Дождевальная машина «Кубань-Л» представляет собой движущийся фронтально водопроводящий трубопровод, состоящий из двух дождеальных крыльев, опирающихся на 16 опорных тележек, и силового агрегата, установленного на раме и подвешенного к центральной балке и центральным опорным тележкам.

Среднеструйные дождеальные машины и установки. К этой группе относятся дождеальные машины «Фрегат», «Днепр», «Волжанка», ирригационные комплекты КИ-50 «Радуга», Z-50Д «Сигма», комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-10.

Многоопорная автоматизированная дождевальная машина «Фрегат» предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ при уклоне до 0,05. Машина кругового действия с гидроприводом «Фрегат», состоит из неподвижной опоры, многоопорного водопроводящего пояса с дождевальными насадками или аппаратами, имеет системы синхронизации и защиты от поломки. На трубопроводе расположено 38-50 среднеструйных дождеальных аппаратов. Конструктивная длина трубопровода изменяется в зависимости от числа опор, количество которых может быть от 7 до 20. На трубопроводе имеется концевой дальнеструйный аппарат секторного действия с радиусом полива 35-40 м. Полив осуществляется при движении машины по кругу. Воду берут от гидрантов закрытой сети или из скважин. Машина к гидранту присоединяется при помощи стояка неподвижной опоры. Здесь показана ДМ «Фрегат-Н». Общий вид искусственного дождя

Дальнеструйные дождеальные машины. К этой группе относятся дождеальные машины ДДН-70 и ДДН-100, предназначенные для полива овощных, зерновых и технических культур, лугов, пастбищ, садов и лесопитомников.

Дальнеструйный дождеватель навесной ДДН-70 состоит из следующих основных узлов: дальнеструйный дождеальный аппарат с механизмом вращения ствола, центробежный насос, водомер, всасывающая линия, гидродокормщик. Все эти узлы монтируют на сварной раме, которую навешивают на трактор. Расход машины 65 л/с, напор 50-55 м, радиус действия 70 м. Водозабор осуществляется из временных оросителей или от гидрантов закрытой сети с применением оборудования бесканального питания. Имеет сменные сопла диаметром 30-55 мм. Струя воды у ДДН-70 чувствительна к ветру. При скорости ветра до 1,5 м/с полив ведут по кругу, а при скорости ветра 1,5-5,5 м/с - по сектору. Расстояние между временными оросителями или трубопроводами 100 м. Площадь полива за 1 ч работы при $t = 300$ м³/га составляет 0,5 га, за смену - 5 га, а за сезон - 60-70 га. Обслуживающий персонал - 1 человек.

Установление оптимального сочетания структуры искусственного дождя и технологии его подачи с основными характеристиками орошаемого поля (почвы, рельеф, культура, метеорологические данные, гидрогеологические условия) обуславливают элементы техники полива дождеванием. При расчёте полива дождеванием определяют интенсивность искусственного дождя, продолжительность полива, производительность дождевальных устройств и их необходимое количество. Интенсивность искусственного дождя - это слой осадков в миллиметрах, создаваемый дождевальным устройством в течение 1 минуты.

При подборе дождевальной техники в соответствии с впитывающей способностью почвы обычно используют среднюю интенсивность, которую определяют в общем случае по зависимости:

$$P_{cp} = h_{cp} / t; h_{cp} = 60 \cdot Q \cdot t / F; P_{cp} = 60 \cdot Q \cdot t / F$$

где h_{cp} - средний слой осадков, выпавших на определённой площади F , мм; t - продолжительность выпадения осадков, мин; Q -расход дождевального устройства, л/с.

В зависимости от технологии дождевания и конструктивных особенностей дождевальных устройств выбирают различные формулы для определения средней интенсивности дождя.

Для дождевальных устройств, работающих позиционно (КИ-50, «Радуга», «Волжанка», «Днепр»):

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{F} = \frac{60 \cdot Q}{l \cdot b},$$

где l и b -длина и ширина полосы увлажнения с одной позиции с учётом перекрытия дождём со смежных позиций, м.

Для дождевальных машин со струйными вращающимися насадками (ДДН-70, ДДН-100)

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q \cdot \mu}{\pi \cdot R^2},$$

где μ -коэффициент, учитывающий перекрытие дождём со смежных позиций (при поливе по квадратам $\mu = 1,57$, а при поливе по треугольнику-1,2); R -радиус действия насадки, м.

Для дождевальных машин, работающих в движении (ДДА, «Кубань», «Фрегат»)

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q}{l \cdot (b + S)},$$

где l и b -длина и ширина полосы увлажнения при стационарном положении агрегата с учётом перекрытия со смежных позиций, м; S -путь агрегата за 1 мин, м.

Среднюю интенсивность дождя сравнивают со скоростью впитывания воды в почву. При этом должно соблюдаться следующее условие:

$$P_{cp} < K_{ин}$$

Продолжительность полива для дождевальных устройств, работающих позиционно (мин):

$$t_{ин} = \frac{m}{10 \cdot P_{cp}},$$

где m -поливная норма, м³/га; P_{cp} -средняя интенсивность дождя, мм/мин.

Для дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100:

$$t_{ин} = \frac{m}{P_{cp}},$$

Для дождевальных машин ДДА-100М и ДДА-100МА, работающих в движении, вначале определяют количество проходов агрегата вдоль оросителя или его участка (бьефа):

$$n = \frac{m}{h},$$

где m -поливная норма, мм; h -слой воды, вылитый за один проход, мм.

Полученное значение округляют до целого нечётного числа, чтобы к моменту окончания полива на одном бьефе агрегат находился у границы следующего бьефа.

Слой воды за один проход :

$$h = p_{cp} \cdot t; \quad t = \frac{l_b}{V},$$

где t -продолжительность работы агрегата на одном бьефе, ч; l_b -длина бьефа, м; V -скорость движения агрегата по бьефу во время полива, м/ч.

Длину бьефа определяют по зависимости:

$$l_b = \frac{h - h_{min} - h_{зан}}{i},$$

где h -полная (строительная) глубина временного оросителя (0,9-1,1 м); h_{min} -минимально допустимая глубина воды в оросителе (0,3 м); $h_{зан}$ -превышение дамбы оросителя над уровнем воды в нём (0,10-0,15 м); i -уклон дна оросителя (0,001-0,002).

Для дождевальных машин, работающих в движении по кругу, продолжительность работы на одной позиции:

$$t_{поз} = \frac{F_{поз} \cdot m}{10 \cdot 60 \cdot Q \cdot \beta},$$

где $F_{поз}$ -площадь, увлажняемая с одной позиции, м²; m -поливная норма, м³/га; Q -расход дождевальной машины, л/с; β -коэффициент полезного использования времени за период полива.

Производительность (часовую, сменную и суточную) дождевальных устройств (в га) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{3,6 \cdot Q \cdot t \cdot \beta}{m \cdot K_n},$$

где Q -расход дождевального устройства, л/с; t -продолжительность работы за час, смену или сутки, ч; β -коэффициент полезного использования времени для полива за час, смену или сутки (0,82-0,87); m -поливная норма, м³/га; K_n -коэффициент, характеризующий испарение поливной воды при поливе (1,1-1,3).

Сезонная производительность:

$$\omega_{сез} = \frac{86,4 \cdot Q \cdot T \cdot c \cdot \beta_{сез}}{M_{ср,сез}^{нт} \cdot K_n},$$

где T -продолжительность поливного периода, сут; c -доля часов работы на поливе за сутки, $c = t/24$ (t -число часов работы за сутки); $\beta_{сез}$ -сезонный коэффициент использования времени на поливе; $M_{ср,сез}^{нт}$ -средневзвешенная оросительная норма нетто, м³/га.

Количество дождевальных устройств для полива:

$$N = \frac{q_{max} \cdot F_{ор}^{нт}}{\beta_{сез} \cdot c \cdot Q},$$

где q_{max} -расчётный максимальный гидромодуль, л/с·га; $F_{ор}^{нт}$ -площадь орошения участка, га.

Если расчётная ордината гидромодуля неизвестна, то

$$N = \frac{F_{ор}^{нт}}{\omega_{сез}}.$$

Число необходимых дождевальных устройств округляют до целого в большую сторону.

В настоящее время дождевальные машины барабанного типа (полив дождеванием) стали для многих мелких и средних хозяйств идеальной техникой для орошения и полива. Это мобильные агрегаты, которые имеют в своем составе различные насадки и которые могут работать с неочищенной водой.

Широкозахватные дождевальные машины используются для орошения полей среднего и большого объема. Радиус одной машины может достигать 800 метров. В каждом случае тип и модель дождевальной машины проектируется под нужды и характеристики отдельно взятого хозяйства. Передвижная линейная установка с функцией разворота для площадей различной конфигурации.

Оптимальное решение для больших, четырёхугольных площадей. Низкие инвестиционные затраты на 1 га.

где q_h - расход увлажнителя, м³/с;
 n_h - число одновременно работающих увлажнителей, питаемых от рассчитываемого оросителя.

Проректор по научной работе
и международным связям



Е.Исламов

Эксперт

А.Козыкеева

23.06.2021