ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

1 Введение……………………………………………………………………… 3

2 Рабочие органы дождевальных машин и установок……………………… 4

2.1 Назначение и классификация………………………………………………. 4

2.2 Короткоструйные рабочие органы…………………………………………. 4

2.3 Среднеструйные дождевальные аппараты………………………………. 6

2.4 Дальнеструйные дождевальные аппараты………………………………. 6

3 Основные элементы дождевальных систем……………………………….. 8

3.1 Состав и классификация дождевальных систем………………………... 8

4 Возможные улучшения систем дождевания……………………………….. 16

4.1 Импульсные дождевальные системы……………………………………. 16

4.2 Системы капельного орошения…………………………………………….. 17

5Требования к машинам и энергоемкость полива……………………………. 19

### 6 Вывод…………………………………………………………………………… 21

##### Библиография…………………………………………………………………. 22

1 Введение

Соответственно трем применяемым способам орошения все ма­шины для полива можно разделить на три группы: для поверхност­ного полива, для подпочвенного полива, для полива дождеванием {дождевальные машины).

**Машины для поверхностного полива** в нашей стране не получи­ли широкого распространения, так как у нас преобладают само­течные безмашинные системы орошения. Однако отечественная промышленность выпускает поливные передвижные агрегаты (ППА) двух разновидностей: для полива по бороздам (хлопчатни­ка и других пропашных культур) и для полива по чекам (риса и сопутствующих ему в севообороте культур). По окончании полива трубопровод отсоединяют от насоса, разъединяют на части и наматывают на барабан, всасывающий трубопровод поднимают и переезжают на новую позицию. С одной позиции поливают 8...10 га. Применение машин позволяет прово­дить полив из каналов, расположенных в выемках, т. е. ниже поливаемой площади, а следовательно, существенно сократить объем земляных работ при строительстве оросительной сети.

**Машины для подпочвенного полива** подводят воду обычно в процессе рыхления междурядий растений. Для этого в рыхлительных лапах устраивают водопроводящие каналы, через которые вода, как правило, вместе с растворенными в ней минеральными

удобрениями попадает на глубину рыхления почвы, оставляя ее поверхностные слои сухими. По способу подвода воды такие машины подразделяют на два типа: с проходным трубопроводом и с наматываемым трубопро­водом. В первом случае полиэтиленовый трубопровод, снабженный пружинными водовыпускными клапанами, укладывают вдоль пути машины и пропускают через водоприемное нажимное устройство, смонтированное на машине. В процессе движения машины нажимное устройство открывает пружинные клапаны и вода поступает сначала в бак, а затем через рабочие органы в корне обитаемый слой почвы. Во втором случае трубопровод, один конец которого присоединен к гидранту, а другой—к приемной колонке машины, наматывается на барабан с реверсивным приводом или сматывает­ся с него в зависимости от направления движения. Для подпочвен­ного полива деревьев и кустарников применяют машины с рабочи­ми органами в виде гидробуров.

**Машины для полива дождеванием.** Так как орошение стало распространяться в зонах с недостаточным, средним и даже избы­точным увлажнением, где оно служит как бы полнением к есте­ственным осадкам в засушливые периоды, все большее применение стали находить дождевальные машины, позволяющие проводить полив с малыми нормами. Путем частых поливов с небольшими по­ливными нормами можно поддерживать влажность почвы, близкую к оптимальной, а следовательно, создавать условия, более благо­приятные для роста и развития растений, и повышать их урожай­ность.

Этот реферат нацелен рассказать о дождевальных машинах стационарного типа.

2 Рабочие органы дождевальных машин и установок

**2.1 Назначение и классификация.** Рабочие органы дождевальных устройств предназначены для преобразования водного потока в дож­девые капли, транспортирования капель на определенные расстоя­ния и распределения их по площади полива. Их работой определя­ется качество дождя, так как по их работе судят о качестве работы всей машины или установки.

По характеру процесса образования дождя их разделяют на две группы: веерные и струйные. Первые создают широкий вееро­образный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Они не­подвижны относительно машины или установки и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах даль­ности полета капель, отличаются простотой устройства и получили наименование дождевальных насадок. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадаются на отдельные кап­ли. Они одновременно орошают прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета струи в форме сектора. Для ороше­ния площади круга им сообщают вращательное (угловое) движе­ние относительно машины или установки. Струйные рабочие орга­ны с поворотными устройствами сложнее веерных, их называют дождевальными аппаратами.

Все рабочие органы, т. е. дождевальные насадки и аппараты» подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и напору воды на три группы: короткоструйные, или низконапорные (дальность полета капель до 8 м, напор воды 0, 05...0, 15 МПа);

среднеструйные, или средненапорные (дальность полета капель до 35 м, напор воды 0, 15...0, 5 МПа); дальнеструйные, или высокона­порные (дальность полета капель до 60 м, напор воды свыше 0, 5 МПа).

**2.2 Короткоструйные рабочие органы** выполняют, как правило, в виде дождевальных насадок. Находят применение дефлекторные, половинчатые, щелевые и центробежные разбрызгивающие насад­ки.

Дефлекторные насадки (рис 1, *а)* получили наиболь­шее распространение. Корпус *2* насадки навинчивают на верти­кальный стояк. Струя воды, выходя под напором из отверстия диафрагмы, обтекает дефлектор *1,* в результате чего образует плен­ку воронкообразной формы, которая при дальнейшем движении распадается на капли и орошает прилегающую к насадке круговую площадь. Пленка сходит с дефлектора под углом 30° к горизонту, что обеспечивает максимальную дальность полета образующихся из нее капель. К достоинствам дефлекторных насадок относят срав­нительно малый размер капель (0, 9...1, 1, мм) и небольшой расход энергии на их образование. Однако капли неоднородны по величине, интенсивность их распределения по площади полива также нерав­номерна. По мере удаления от насадки размер капель возрастает, а интенсивность дождя сначала возрастает, а затем падает. Из-за высокой интенсивности дождя (0, 75 ...1, 1 мм/мин) их применение в машинах и установках позиционного действия весьма ограничено. С увеличением напора воды и диаметра выходного отверстия на­садки расход и дальность разбрызгивания воды увеличиваются. Расход воды через насадку может быть определен по формуле (141) с учетом того, что коэффициент расхода р, для дефлекторных насадок равен 0, 8...0, 9.

Половинчатые или щелевые насадки применяют, если нужно получить односторонний полив.

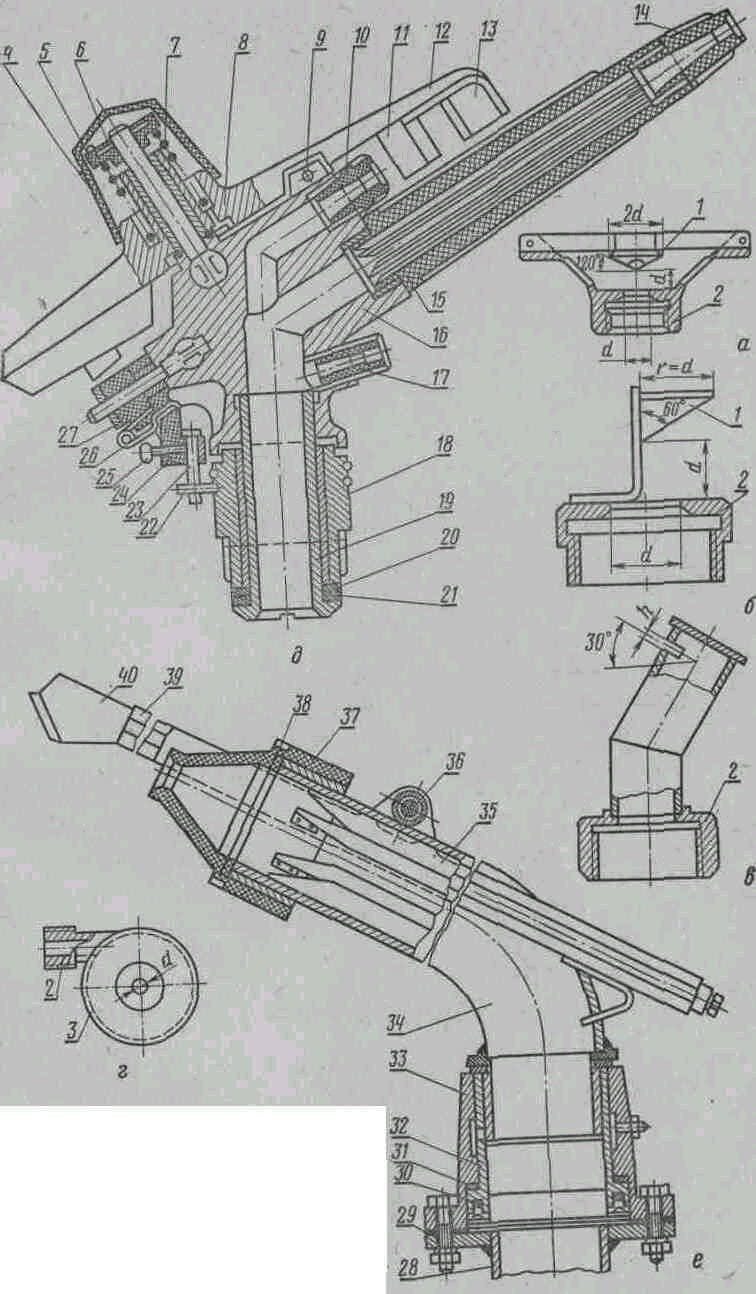


Рис. 1 Рабочие органы дожде­вальных машин и установок:

*а, б, в* и *г —* короткоструйные насадки:

дефлекторная, половинчатая, щелевая, центробежная; *е —* еднеструйный и дальнеструйный дождевальные аппараты;

1—дефлектор; *2 —* корпус; *3—*верхняя Крышка; *4 —* колпачок; 5 — фиксатор; *6 —* штифт; 7—пружина; 8—фторопластовая шайба; *9 —* упор: *10 —* сопло; 11 и *13 —* лопатки; *12* — коромысло; *14 —* сопло; 15 — ствол; *16 —* корпус; *17* — сопло; *18 —* основание; *19 —* стакан; *20—*резиновая шайба; *21—*фторопластовая шайба; *22—*упорное кольцо; *23—* стержень; *24 —* рычаг; 25 — стопорный винт; *26—*пружина; 27—упор; 28—фланец; *59* и *38 —* прокладки; *30 —* манжета; *31 —* упорная шайба; *32 —* втулка; 33 — корпус; *34 —* ствол; 35 — выпрямитель; *36 —* ось коромысла; 37 — сопло; 39 — коромысло; *40 —* лопатка.

В половинчатой насадке (рис. 1, 6) дефлектор *1* имеет фор­му половины конуса и приварен к отогнутой пластине, которая перегораживает в корпусе *2* половину выходного отверстия. По­ловинчатая насадка работает аналогично круглой. Расходводы определяют по той же формуле, имея в виду, что она выходит через полукруглое отверстие площадью .

Щелевая насадка (рис. 1, б) может быть получена путем про­пила трубы. Вытекающая из щели вода имеет форму плоской вее­рообразной пленки. Распадение ее на капли происходит менее интенсивно, чем в дефлекторных насадках, вследствие чего вбли­зи насадки возникает неорошаемая зона. Площадь отверстия на­садки *f=nd* *(ph/3QO,* где ср—центральный угол факела разбрызгивания; р,—коэффициент расхода, равный 0, 7.

Центробежная насадка (рис. 1, г). Вода в нее посту пает через тангенциальный канал корпуса *2,* благодаря чему ин тенсивно закручивается, вовлекаясь в вихревое движение. На вы ходе из центрального отверстия верхней крышки *3* образуется коль цевой поток со свободным пространством в центре. После выход; из отверстия благодаря тангенциальным составляющим скорости поток воды расширяется, образуя тонкую воронкообразную пленку которая под действием сопротивления воздуха теряет устойчивость)

и распадается на капли.

**2.3 Среднеструйные дождевальные аппараты** служат рабочими ор ганами большинства современных дождевальных машин и устано­вок. Несмотря на многомарочность, их конструкции однотипны и не имеют принципиальных отличий. Наиболее распространено се­мейство унифицированных аппаратов типа «Роса» (рис. 1, *д).* Базовый аппарат этого семейства состоит из корпуса *16,* ствола *15,* выходных сопл *10, 14* и *17,* основания *18,* механизма враще­ния *4. ..9, 11...13* и механизма секторного полива *22...27.* Корпус *16* отлит из алюминиевого сплава и снабжен тремя водо­проводными каналами. Ствол *15* и сопла *10, 14* и *17—*пластмассо­вые. Сопла сменные, что позволяет изменять расход воды и интен­сивность дождя. Для гашения турбулентных потоков и увеличения за счет этого дальности полета струи внутри ствола *15* установлен выпрямитель или успокоитель, представляющий собой набор про­дольных пластин, разделяющих поток на несколько участков. Ос­нование *18* имеет вид шестигранной втулки (под ключ) с наружной резьбой для крепления к трубопроводу. Бронзовая втулка, запресо-ванная в основание *18,—*это радиальный подшипник для бронзо­вого стакана *19,* ввернутого в корпус *16,* а фторопластовые шайбы *21* выполняют роль упорных подшипников. Резиновые шай­бы *20* герметизируют внутреннюю полость аппарата. Механизм вращения включает в себя коромысло *12* с лопатками *11* и *IS,* воз­вратную пружину 7, фиксатор *5* со штифтом *6.* Возвратная пружи­на одним концом закреплена в коромысле, другим—в фиксаторе. В процессе поворотов коромысла *12* трение происходит между бронзовой втулкой, напресованной на ось, и фторопластовой шаи

бой *8,* установленной в коромысле *12.* Механизм секторного полива состоит из упора *27* и рычага *24,* посаженных на одну ось и соеди­ненных между собой пружиной *26;* стержня *23* со стопорным вин­том *25* и пружинных упорных колец *22.*

Вода из трубопровода поступает в корпус *16* и через сопла *10,*

*14* и *17* выбрасывается наружу в виде струй, расположенных под углом 30° к горизонту. В воздухе струи распадаются на капли, оро­шая узкую полоску поля в виде сектора. Корпус с соплами враща­ется по кругу за счет кинетической энергии верхней струи. При вылете из сопла *10* вода ударяется о лопатку *13,* вследствие чего коромысло *12* получает запас кинетической энергии, под действием которой поворачивается на угол от 30 до 90°, закручивая пружину 7. Обратный ход коромысла *12* происходит под действием закру­ченной пружины 7, а в конце усиливается действием струи на ло­патку *11.* В конце обратного хода коромысло *12* ударяет в упор 9 на корпусе *16,* в результате чего корпус с соплами поворачивается на угол 2...30. После удара лопатка *13* вновь попадает в струю во­ды, и цикл повторяется. В результате происходит прерывистое дви­жение корпуса по окружности. Скорость вращения регулируют предварительным закручиванием пружины 7 с помощью фиксатора 5 и штифта *6.* Частота вращения 0, 25...1, 0 мин-1. Для полива по сектору стержень *23* перемещают в нижнее положение (опускают) и фиксируют винтом *25.* Угол сектора и направление полива уста­навливают соответствующим разворотом упорных колец *22.*

**2.4 Дальнеструйные дождевальные аппараты** разных марок отлича­ются главным образом конструкцией механизмов вращения. В от­дельных конструкциях для вращения дальнеструйных дождеваль­ных аппаратов (ДДА) используют: механическую энергию от ВОМ трактора, кинетическую энергию струи, разрежение воздуха на вы­ходе струи из сопла, реактивную силу струи.

Механический привод от ВОМ трактора состоит из шес­теренчатого и червячного редукторов или червячного редуктора и храпового механизма. Его применение ограничивается только трак­торными дождевальными машинами.

Кинетическая энергия струи, вылетающей из сопла, ис­пользуется в разборных переносных установках и широкозахватных машинах. Их выполняют в двух вариантах: с качающимся в верти­кальной плоскости коромыслом (ныряющей лопаткой) и с вращаю­щейся турбинкой.

Дальнеструйный аппарат с качающимся коромыслом (рис.1, е) вследствие своей простоты находит наибольшее распространение в стационарных системах. Основные его узлы: корпус *33,* ствол *34,* сопло *37* и коромысло *39* с лопаткой *40.* Лопатка имеет двойную кривизну, т. е. в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Поэто­му струя воды, вышедшая из сопла *37,* ударяясь о лопатку *40,* не только отклоняет ее вниз (на угол до 120°), но и поворачивает в сторону на угол 2...6° (в зависимости от напора). Противовес, рас­положенный по другую сторону от оси *36* коромысла *39,* возвра­щает лопатку *40* в струю, и цикл повторяется. Лопатка не только поворачивает ствол, но и выполняет роль дефлектора. Когда она входит в струю, то орошается площадь вблизи аппарата, когда вы­ходит из нее, орошается площадь, удаленная от аппарата.

В аппарате с турбинкой обеспечивается круговое вращение ство­ла с помощью турбинки, лопасти которой входят в струю воды выбрасываемую через сопло. От турбинки через два червячных, редуктора, кривошипно-шатунный и храповой механизмы вращение передается червяку, который обкатывается вокруг червячного колеса, закрепленного на неподвижном корпусе, и приводит во вра­щение ствол. Скорость вращения ствола регулируют изменением входа лопаток турбинки в струю. В процессе работы турбинка от­секает часть струи, обеспечивая тем самым хороший полив зоны, расположенной вблизи аппарата. Однако это приводит к снижению дальности полета струи на 25...30%.

Механизм вращения, работающий за счет разрежения, создаваемого струей. Сопло такого дождевального аппарата заканчивается диффузором (расширяющейся насадкой). Поток воды, проходя узкое сечение диффузора, образует зону вакуума. Эту зону соединяют трубкой с пневматическим, например диафрагмовым, двигателем, работающим за счет перепада давления меж­ду атмосферой и вакуумом в диффузоре. Колебания диафрагмы обычно через храповой механизм приводят в движение ствол аппа­рата.

Если ось сопла расположить под некоторым углом к оси ство­ла или отнести ее в сторону, то возникнет реактивный момент, который может быть использован для вращения ствола дождеваль­ного аппарата. Дальнеструйные дождевальные аппараты, вращение которых основано на этом принципе, обычно оборудуют специаль­ными тормозными устройствами, воспринимающими разность меж­ду вращающим моментом от реактивной силы струи и моментом трения вращающихся частей аппарата. Наиболее распространены гидравлические и механические тормозные устройства. Гидравли­ческий тормоз обычно представляет собой шестеренчатый или иной ротационный масляный насос, перегоняющий масло по замкнутому каналу, сопротивление которого регулируется вентилем или кра­ном.

Изменяя сопротивление, регулируют частоту вращения ствола дождевального аппарата.

# 3 Основные элементы дождевальных систем

**3.1 Состав и классификация дождевальных систем.** Дождевальная система, как правило, состоит из трех основных элементов: насос­ной станции (насоса с двигателем), забирающей воду из источника орошения и создающей напор, необходимый для ее разбрызгива­ния; трубопроводов, распределяющих воду по орошаемой террито­рии; дождевальных машин или аппаратов, преобразующих водный поток в дождевые капли и распределяющих их по поверхности по­лива.

Все дождевальные системы (по А. Н. Костякову) подразде­ляют на три типа: стационарные, полу стационарные и передвиж­ные.

**Насосные станции** бывают стационарными и передвижными.

Стационарные обычно представляют собой капитальные сооруже­ния и обслуживают крупные оросительные системы, выполняя роль головного водозаборного узла. В колхозах и совхозах нашей стра­ны широкое распространение находят передвижные насосные стан­ции, которые, в свою очередь, подразделяются на сухопутные и плавучие. Отечественная промышленность выпускает широкий ас­сортимент сухопутных передвижных насосных станций; плавучие станции находят ограниченное применение: их используют в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно применять сухо­путные, например при подаче воды из водоисточников с топкими, гвысокообрывистыми берегами и резко изменяющимся уровнем

воды.

Выпускаемые промышленностью сухопутные передвижные на­носные станции отличаются по производительности (подаче), напору и типу привода. Подача воды увязана с ее расходом дожде­вальными машинами, а напор—с часто встречающимися геодези­ческими высотами расположения орошаемых участков над водоис-точниками. Диапазон изменения подачи—от 25 до 705 л/с, напо­ра—от 0, 1 до 1, 1 МПа, привод от ВОМ трактора или от собствен­ного двигателя.

В зависимости от напора (высоты подъема воды) насосные

станции подразделяются на три группы: низконапорные—при на­поре до 0, 25 МПа, средненапорные—при напоре от 0, 25 до 0, 5 МПа, высоконапорные—при напоре выше 0, 5 МПа.

Насосные станции с приводом от ВОМ трактора монтируют на раме, навешиваемой на трактор, а насосные станции с собственным двигателем—на раме-салазках или на одно- и двухосном прице­пах с пневматическими шинами.

Навесные насосные станции (типа СНН) с приводом от ВОМ трактора наиболее мобильны. Однако они должны быть относи­тельно легкими и компактными, поэтому их выпускают с подачей не более 75 л/с. Обязательное наличие повышающего редуктора и ис­пользование в работе трактора удорожает стоимость установки, по­этому и стоимость поданной воды оказывается выше, чем для на­сосных станций с собственным двигателем. Их целесообразно при­менять для полива небольших участков с частой сменой позиций, при подаче воды непосредственно в дождевальные машины или установки.

Передвижные насосные станции с собственным двигателем (ти­па СНП) менее мобильны и зачастую работают на одном месте в течение всего оросительного сезона, но стоимость подаваемой ими воды ниже. Их выпускают с двигателями внутреннего сгорания и с

электродвигателями (подача от 25 до 705 л/с); они получили наи­большее распространение.

Для привода насосной станции используют, как правило, дизель­ные двигатели внутреннего сгорания. Мощность двигателя насос­ной станции рассчитывают с учетом ее работы при полном открытии заслонки.

Насосы преобразуют энергию двигателя в энергию напора воды. Насосные станции снабжают, как правило, центробежными насо­сами, в редких случаях—осевыми пропеллерными. Находят при­менение центробежные насосы двух разновидностей: с односторон­ним подводом воды—консольные (марки К) и с двухсторонним подводом воды (марки Д).

Находят применение одно- и двухколесные насосы. Последние могут работать в двух режимах: параллельном (двухпоточном) и последовательном (двухступенчатом). При параллельном режиме полость каждого колеса снабжена отдельным всасывающим и на­порным трубопроводами, подача возрастает вдвое по сравнению с одноколесным насосом. При настройке на последовательный режим полости колес соединяют переводным коленом, в результате пода­ча уменьшается, а напор возрастает вдвое. Осевые пропеллерные насосы обеспечивают высокую производительность, но с малым напором (от 2 до 10 м), поэтому находят применение в низконапор-ных насосных станциях. По сравнению с центробежными они имеют более высокий к. п. д. (0, 90...0, 95), их рабочие колеса меньше исти­раются частицами песка и ила, содержащимися в воде. Для подъ­ема и опускания всасывающего трубопровода служит, как правило, ручная лебедка со стрелой, блоками и тросом. Всасывающую ли­нию при пуске заполняют водой с помощью специального вакуумнасоса, эжектора или вручную. Насосные станции с собственным двигателем, как правило, оборудованы системой автоматической защиты двигателя и реле времени. Автоматическая защита контро­лирует режим работы систем охлаждения и смазки двигателя и давление в напорной линии насоса и отключает двигатель при нару­шении нормального режима работы. Реле времени отключает дви­гатель по истечении определенного, заранее заданного, време­ни работы. Это позволяет одному машинисту обслуживать несколько насосных станций, работающих одновременно на разных участках. Плавучие насосные станции отличаются более высокой материалоемкостью, так как их монтируют на понтонах, связанных между собой рамой, или металлическом судне. Наиболее распространен­ные плавучие насосные станции типа СНПЛ имеют ряд унифици­рованных узлов с сухопутными передвижными насосными станция­ми типа СНП соответствующей подачи. По водоему станция пере­мещается за счет работы водометного движителя. Воду от насоса можно направлять в напорный трубопровод или в сопло водомет­ного движителя. В последнем случае реактивная сила, развиваемая струёй, приводит станцию в движение. Для изменения направления движения сопло с помощью штурвала поворачивают вокруг верти­кальной оси.

Рабочий процесс. Перед пуском насосной станции закрыва­ют задвижку напорной линии, а рабочую камеру насоса и всасы­вающую трубу заполняют водой. Включают двигатель и, дав ему отработать 0, 5...! мин, медленно открывают задвижку напорной трубы. По показаниям вакуумметра и манометра убеждаются в том, что насос работает в нужном режиме.

Подачу и напор регулируют двумя способами: изменением по­ложения задвижки и зменением частоты вращения вала насоса Первый наиболее прост, но приводит к зачительному снижению к.п.д. насоса. В конструкциях современных передвижных насосных станций находят применение оба способа.

**Быстроразборные трубопроводы и арматура.** Быстроразборные трубопроводы предназначены для подачи воды от передвижных насосных станций к дождевальным машинам и установкам или в открытые оросительные каналы. Такой трубопровод состоит из от-дельных труб (секций) длиной 5...6 м, соединяемых быстроразъемными муфтами. При соединении конец одной трубы входит в рас-труб другой—смежной. По форме раструбных концов различают разборные трубопроводы с шаровыми (типа РТШ), конусными и цилиндрическими (типа РТ) соединениями. Во всех конструкциях раструб снабжен резиновой манжетой, которая создает уплотнение автоматически под действием напора воды в трубопроводе. После выключения насосной станции напор исчезает и трубопровод вы­пускает воду через муфты автоматически. Это исключает местное затопление растений, неизбежное при опорожнении трубопровода в одном месте. За счет эластичности манжет и зазоров между труба-ми их можно соединять не только соосно, но и под углом до 10... 15° одна к другой, чем достигается необходимая приспособляе­мость в условиях сложного рельефа местности. Для предотвраще­ния повреждений растений каждая труба (секция) снабжена опо­рой высотой 0, 1...0, 4 м.

Быстроразборные трубопроводы снабжены водораспределитель­ной арматурой: гидрантами-задвижками, колонками, трубамищает лопатку *40* в струю, и цикл повторяется. Лопатка не только поворачивает ствол, но и выполняет роль дефлектора. Когда она входит в струю, то орошается площадь вблизи аппарата, когда вы­ходит из нее, орошается площадь, удаленная от аппарата.

В аппарате с турбинкой обеспечивается круговое вращение ство­ла с помощью турбинки, лопасти которой входят в струю воды выбрасываемую через сопло. От турбинки через два червячных , редуктора, кривошипно-шатунный и храповой механизмы вращение передается червяку, который обкатывается вокруг червячного колеса, закрепленного на неподвижном корпусе, и приводит во вра­щение ствол. Скорость вращения ствола регулируют изменением входа лопаток турбинки в струю. В процессе работы турбинка от­секает часть струи, обеспечивая тем самым хороший полив зоны, расположенной вблизи аппарата. Однако это приводит к снижению дальности полета струи на 25...30%.

Механизм вращения, работающий за счет разрежения, создаваемого струе й. Сопло такого дождевального аппарата заканчивается диффузором (расширяющейся насадкой). Поток воды, проходя узкое сечение диффузора, образует зону вакуума. Эту зону соединяют трубкой с пневматическим, например диафрагмовым, двигателем, работающим за счет перепада давления меж­ду атмосферой и вакуумом в диффузоре. Колебания диафрагмы обычно через храповой механизм приводят в движение ствол аппа­рата.

Если ось сопла расположить под некоторым углом к оси ство­ла или отнести ее в сторону, то возникнет реактивный момент, который может быть использован для вращения ствола дождеваль­ного аппарата. Дальнеструйные дождевальные аппараты, вращение которых основано на этом принципе, обычно оборудуют специаль­ными тормозными устройствами, воспринимающими разность меж­ду вращающим моментом от реактивной силы струи и моментом трения вращающихся частей аппарата. Наиболее распространены гидравлические и механические тормозные устройства. Гидравли­ческий тормоз обычно представляет собой шестеренчатый или иной ротационный масляный насос, перегоняющий масло по замкнутому каналу, сопротивление которого регулируется вентилем или кра­ном. Изменяя сопротивление, регулируют частоту вращения ствола дождевального аппарата.

Простейшие дождевальные устройства, со­стоящие из быстроразборных переносных трубопроводов и раз­брызгивающих воду рабочих органов. Дождевальные машины в

•отличие от установок снабжены еще и средствами для механизиро­ванного перемещения. Дождевальные агрегаты в отличие от уста­новок и машин содержат все элементы дождевальной системы, ко­торые навешены на трактор и работают в движении. По принципу действия (технологии дождевания) дождевальные устройства под­разделяют на устройства позиционного действия и устройства, ра­ботающие в движении, а по виду перемещения—на устройства с фронтальным перемещением и устройства с перемещением по кру­гу. И, наконец, в зависимости от дальности разбрызгивания раз­личают короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные устройства.

Дождевальные установки могут быть стационарными, «с переносными трубопроводами, с механизированным перемеще­нием трубопроводов. Наиболее широкое распространение получили установки с переносными быстроразборными трубопроводами. Они предназначены для полива небольших участков со сложным рель­ефом местности. Расход воды в таких установках не превышает 50 л/с, а производительность 50 га в сезон. При повышении рас­хода воды (для увеличения подачи) требуется увеличение диа­метра и толщины стенок, а следовательно, и массы труб, что не­приемлемо при ручной их переноске.

К установкам такого типа относится КИ-50 (комплект иррига­ционный—расход воды 50 л/с). В его состав входят (рис. 2): магистральный трубопровод *3 и 5,* два распределительных трубо­провода *9,* четыре оросительных трубопровода (дождевальные крылья) *6* с дождевальными аппаратами *8,* гидранты *4* и 7. Маги­стральный трубопровод длиной 906 м состоит из первого участка *3* (труба D=150 мм) и второго участка *5* (труба D=125 мм). Распределительные трубопроводы *9* длиной по 270 м располагают по двухсторонней схеме в начале и конце магистрального трубопро­вода. При такой схеме половина расходуемой воды еще в начале участка отводится в правый распределительный трубопровод, что позволяет второй участок магистрального трубопровода выполнить из труб меньшего диаметра. Дождевальные крылья длиной по 126 м (d) =105 мм) располагают перпендикулярно распределитель­ным трубопроводам *9* по обе стороны от них. На каждом крыле установлено по четыре среднеструйных дождевальных аппарата *8* типа «Роса» на расстоянии 36 м один от другого. В комплект вхо­дит и идроподкормщик, который служит для внесения одновре­ менно с поливом растворимых минераль­ных удобрений и может быть установлен в начале распределительного трубопро­вода.

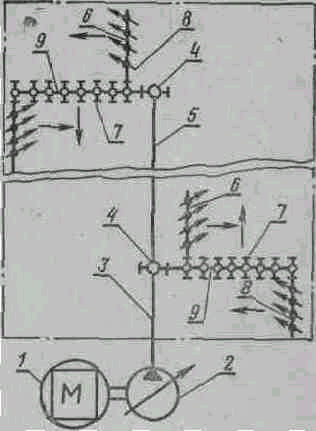


Рис. 2. Схема дождеваль­ной установки с быстрораз борными переносными тру­бопроводами:

*1 и 2 —* насосная станция; *3* и 5 — первый и второй участки ма­гистрального трубопровода; *4*— гидрант магистрального трубо­провода; *6 —* оросительный тру­бопровод; 7 — гидрант распреде­лительного трубопровода; *8 —* среднеструйный дождевальный аппарат; *9 —*распределительный трубопровод.

Одновременно работают два дожде­вальных крыла—одно слева, другое справа от магистрального трубопровода. Два других крыла в это время разбира­ют, переносят и подготавливают к рабо­те. После выдачи поливной нормы их выключают, а включают подготовленные к работе крылья, присоединенные к рас­пределительным трубопроводам с про­тивоположных концов. Передвигая кры­лья навстречу одно другому, поливают всю площадь по обе стороны распреде­лительных трубопроводов, после чего разбирают распределительные трубопро­воды, переносят и присоединяют их к следующим гидрантам магистрального трубопровода. Присоединив к ним кры­лья, поливают другую часть участка. За один полив каждый распределительный трубопровод последовательно обслужи­вает три позиции. Аналогично устроены и поставляемые из ЧССР в нашу страну дождевальные установки «Сигма-Ирис-50». Основной недостаток таких установок—большие затраты ручного труда на переноску труб и связанная с ними низкая производительность труда.

Многоопорные дождевальные машины позици­онного действия. Для устранения больших затрат ручного труда при переноске труб дождевальных установок конструкторы пошли по пути установки оросительных трубопроводов на колеса. В результате появились, по существу, новые высокопроизводитель­ные машины, требующие минимальных затрат ручного труда (при­соединение к гидранту). Однако при этом они утратили основные положительные качества установок с разборными трубопроводами:

способность работать на участках с неровным рельефом, в садах, виноградниках и т. п. Установки такого типа, получившие название-дождевальных колесных трубопроводов, нашли широкое примене­ние как в нашей стране, так и за рубежом.

Наиболее просты по конструкции машины, в которых ороси­тельный трубопровод одновременно служит и валом привода опор­ных колес. Машина отечественного производства такого типа («Волжанка») состоит из магистрального трубопровода *10* и двух независимых дождевальных крыльев 1...8 (рис. 3, *а).* Крылья располагают по обе стороны от магистрального трубопровода со" смещением на одну позицию одно от другого. Каждое крыло состоит из оросительного трубопровода длиной от 150 до 400 м, соб­ранного из отдельных секций 7, и приводной тележки *3.* Секция представляет собой трубу, посредине которой установлено разъем­ное опорное колесо *6.* Секции соединены между собой с помощью присоединительных фланцев. На корпусе присоединительного флан­ца установлен среднеструйный дождевальный аппарат кругового действия и автоматический сливной клапан. Дождевальный аппа­рат присоединен к поливному трубопроводу с помощью механизма самоустановки, который в процессе перемещения удерживает дож­девальный аппарат в вертикальном положении. Сливные клапаны предназначены для рассредоточенного слива воды из трубопровода перед переездом на новую позицию. Клапан (рис. 3, б) состоит из овальной резиновой пластины *12,* установленной внутри фланца каждого звена

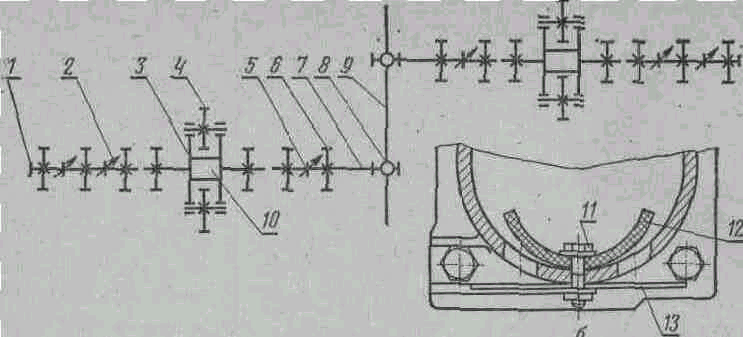


Рис. 3. Многоопорная дождевальная машина позиционного действия:

а—схема машины; б—автоматический сливной клапан; 1—концевая заглушка; 2—-сред­неструйный дождевальный аппарат; *3 —* приводная тележка; *4 —* ведущее колесо; *5 —* сек­ция трубопровода; *6 —* опорное колесо; 7—узел присоединения; 8 — гидрант; *9 —* водопод водящий трубопровод; *10 —* двигатель; *11 —* болт; *12 —* резиновая пластина; *13 —* стальная

планка.

трубопровода с помощью болта *11* с гайкой, и план­ки *13.* При нормальном напоре резиновая пластина плотно прижи­мается водой к внутренней стенке фланца, плотно закрывая отвер­стия. При падении давления пластина отгибается и вода через сливные отверстия выходит из секции трубопровода. Приводная тележка *3* установлена в середине крыла. Вращение от двигателя внутреннего сгорания *10* через реверс-редуктор передается на два дополнительных ведущих колеса *4* и водопроводящий трубопровод с ходовыми колесами.

Работает машина позиционно с фронтальным перемещением с одной позиции на другую. После присоединения к гидранту под напором воды сливные клапаны автоматически закрываются и дождевальные аппараты начинают работать. После пуска первого крыла присоединяют и запускают второе. Выдав поливную норму, отъединяют крыло от гидранта, запускают двигатель и, перекатив крыло к следующему гидранту, включают его в работу. Оба крыла могут работать одновременно. Машина предназначена для полива низкостебельных культур высотой не более 1, 0 м. Для полива высо­костебельных культур применяют другую дождевальную машину такого же типа (ДФ-120 «Днепр»), в которой оросительный трубо­провод поднят на высоту 2, 1 м и установлен на двухколесных само­ходных тележках с помощью ферм и растяжек. Многоопорные дождевальные машины, работаю­щие в движении. Для полива в движении отечественная про­мышленность выпускает машины двух разновидностей: с движе­нием по кругу; с фронтальным движением. Примером машины первого типа может служить дождевальная машина «Фрегат» ДМУ; второго — двухконсольный дождевальный агрегат. Дождевальная машина кругового движения (рис. 4, *а)* представляет собой движущийся по кругу многоопорный трубопро­вод на колесах. Основные узлы: неподвижная опора *1,* водопрово­дящий трубопровод *2* со среднеструйными дождевальными аппара­тами *3* кругового действия, самоходные тележки 5 с гидравличе­ским приводом, дальнеструйный дождевальный аппарат *4* секторно­го полива, система регулирования скорости движения тележек, механическая и электрическая системы защиты от поломок. Центральная неподвижная опора собрана из угловой стали и представляет собой ферму, имеющую вид усеченной пирамиды. Ее устанавливают над гидрантом водопроводящей сети. С помощью неподвижного колена, стояка, расположенного по вертикальной оси опоры, и поворотного колена водопроводящий трубопровод соединяют с гидрантом. Водопроводящий трубопровод составлен из стальных оцинкованных труб с фланцами для их соединения и имеет переменное сечение: первый участок, расположенный ближе к центру, составлен из труб большего диаметра, чем второй, распо-ложенный на периферии. Он установлен на А-образных рамах теле­жек с помощью растяжек на высоте 2, 2 м, что позволяет поливать высокостебельные культуры, например кукурузу.

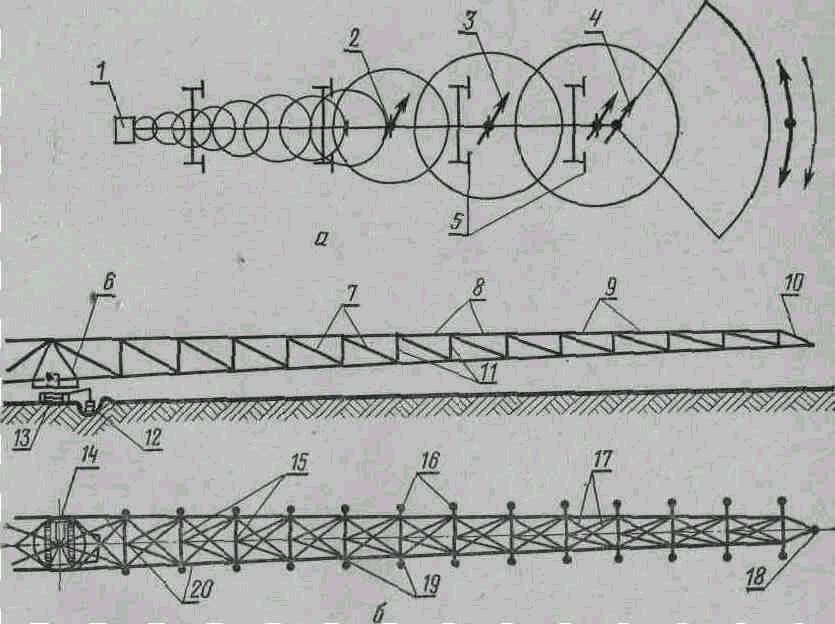


Рис. 4. Дождевальные машина и агрегат, работающие в движении:

а—кругового движения; б—фронтального движения; *1 —* неподвижная опора;- *2 —* секция тпубопровода с фланцевым соединением; *3 —* среднеструйный дождевальный аппарат; *4 —* дальнеструйный дождевальный аппарат секторного полива; 5 — самоходные тележки с гидроппиводом; *6 —* гидродомкрат; 7 — раскосы; *8 —* панели; *9 —* верхний пояс; *10 —* концевая панель; *11 —* стойки; *12 —* плавучий клапан; *13 —* трактор; *14 —* поворотный круг; *15 —* рас­порки; *16 —* дождевальные насадки; *17 —* растяжки; *18 —* концевая насадка; *19 —* открылки;

Машина составлена из отдельных секций. Каждая секция со стоит из звена (пролета), водопроводящего трубопровода и тележки с двумя колесами, расположенными одно за другим. Каждая труба снабжена двумя штуцерами: верхним—для установки дождеваль­ного аппарата и нижним—для сливного клапана. Для равномер­ности полива применяют среднеструйные дождевальные аппараты четырех типоразмеров с различным расходом воды и дальностью струи: чем дальше расположен аппарат от центральной неподвиж­ной опоры, тем больше расход воды и дальность струи. На конце­вой секции, кроме среднеструйного, установлен и дальнеструйный аппарат секторного полива. Машина передвигается при поливе за счет энергии (напора) воды в трубопроводе. Гидропривод те­лежки состоит из клапана-распределителя, гидроцилиндра, двупле-чего рычага и толкающей штанги с двумя концевыми выступами. Вода из трубопровода через клапан-распределитель поступает в гидроцилиндр. Под действием напора воды гидроцилиндр поднимает­ся (шток неподвижен) и через двуплечий рычаг приводит в движение толкающую штангу, которая своими концевыми выступами упира­ется в почвозацепы колес и толкает их в направлении движения. Скорость движения тележек различна и по мере удаления от непод­вижной центральной опоры возрастает. Необходимое соотношение скоростей различных тележек устанавливается автоматически с помощью механизма синхронизации, состоящего из дроссельных клапанов с приводами и тяг, укрепленных на водопроводящем тру­бопроводе. Когда скорость той или иной тележки изменяется, то трубопровод изгибается, при этом тяги через привод воздействуют на дроссельный клапан, увеличивая или уменьшая расход воды, поступающей в гидроцилиндр до тех пор, пока тележка не станет в одну линию с другими тележками. Скорость движения машины задается установкой вручную крана-задатчика, установленного на последней тележке. При этом время одного оборота машины можно изменять от 37...51 мин (для разных модификаций машины) до 10 суток. Обычно поливная норма выдается за один оборот машины поэтому, изменяя скорость машины, регулируют поливную норму.

Машину выпускают в десяти модификациях, отличающихся различной длиной водопроводящего. трубопровода (от 335 до 453 м). Машина высокопроизводительная. Она орошает с одной позиции от 40 до 72 га; один человек может обслуживать несколь­ко машин. Однако машина имеет высокую материалоемкость, ее трудно перемещать с одного участка на другой, и, кроме того, она оставляет неполитой до 12...17% площади при прямоугольной фор­ме участка. Двухконсольный дождевальный агрегат представляет собой совокупность всех элементов дождевальной системы, навешенных на трактор, оборудованный ходоуменьшителем. Основные узлы:

водозаборный узел с плавающим водозаборным клапаном, центро­бежный насос с редуктором, двухконсольная пространствен­ная ферма с короткоструйными дождевальными насадками, гид­росистема для управления фермой и водозаборным узлом, эжек­тор. Плавучий всасывающий клапан. *12* (рис. 4 *б)* соединен со всасывающим патрубком насоса при помощи двух труб и двух шарнирных муфт (вертикальной и горизонтальной), которые дают ему возможность перемещаться в пространстве. Двухконсольная ферма служит не только несущей конструкцией, но и выполняет роль оросительного трубопровода, подводящего во­ду к дождевальным насадкам. Она смонтирована из отдельных па­нелей *8.* Каждая промежуточная панель состоит из двух водопроводящих труб *20* нижнего пояса, двух стоек *11,* одного стержня *9* верхнего пояса, распорки *15,* двух раскосов 7, двух растяжек *17* и двух открылков *19* с насадками *16.* Натяжение раскосов и растя­жек регулируют стяжными гайками. Каждая панель в поперечном сечении имеет форму равностороннего треугольника, размеры кото­рого от панели к панели по мере удаления от трактора уменьшают­ся, соответственно уменьшается и диаметр водопроводящих труб нижнего пояса и сечение стержня верхнего пояса. Чтобы создать постоянную интенсивность дождя по ширине захвата, учитывая падение напора по длине водопроводящих труб, диаметр отверстий в насадках по мере их удаления от середины к концам постепенно увеличивают. Дождевальные насадки *16* промежуточных панелей— короткоструйные дефлекторные, а насадки *18* концевых панелей— струйные с отражательными лопатками. Консоли фермы соединены одна с другой при помощи поворотного водопроводящего круга *14,* предназначенного для поворота фермы вокруг вертикальной оси при переводе в транспортное положение. Поворотный круг опира­ется на гидродомкрат *6,* состоящий из четырех гидроцилиндров двухстороннего действия, снабженных опорными роликами для по­воротного круга. Гидродомкрат устроен таким образом, что при подъеме штоков одной пары цилиндров штоки другой пары опуска­ются. Это позволяет быстро выравнивать консоли при поперечных наклонах трактора в работе и продольных в транспортном положе­нии.

Для работы дождевального агрегата нарезают временные оро­сительные каналы с расстоянием один от другого, равным шири­не захвата агрегата (120 м). При поливе агрегат медленно движется по дороге, проложенной вдоль оросителя. Плавучий клапан пе­ремещается на поплавке, забирая воду, которую насос подает через. напорный трубопровод в поворотное кольцо, откуда она поступает в водопроводящие трубы нижнего пояса и дождевальные аппараты. Агрегат может быть оборудован гидроподкормщиком. Недостатки агрегата — громоздкость, высокая материалоемкость, снижение коэффицйента использования земель (на 2...3%) за счет отвода част их под временные оросители.

Дальнеструйные дождевальные машины по сравнению с други­ми дождевальными машинами отличаются малой удельной материалоемкостью, компактностью, большой маневренностью и высо­кой проходимостью. Они способны поливать однолетние и много­летние растения, в том числе сады, лесопитомники и т. п., без их механического повреждения. При этом средняя интенсивность дож­дя дальнеструйных машин в 2...5 раз ниже, чем короткоструйных, что позволяет вести полив тяжелых почв без образования луж, а также поливать почвы с неровным рельефом. Однако на равномер­ность распределения дождя сильно влияет ветер. Энергоемкость этих машин высокая, что связано с необходимостью создания высо­ких напоров воды.

Основное направление совершенствования систем дождевания сводится к стремлению обеспечить непрерывное в течение всего вегетационного периода водоснабжение растений в соответствии с ходом их водопотребления. Это позволяет постоянно поддерживать оптимальную влажность активного слоя почвы и оптимальный вод­ный режим растений, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур в 1, 5...2 раза по сравнению с обыч­ным дождеванием. Добиться этого можно лишь путем рассредото­чения поливного тока по орошаемой площади и во времени, т. е. за счет увеличения числа одновременно работающих дождевальных аппаратов и резкого снижения интенсивности дождя. К числу таких систем дождевания относятся импульсная, капельная и тонкодис­персная (аэрозольная).

## 4 Возможные улучшения систем дождевания

**4.1 Импульсные дождевальные системы** отличаются от обычных тем, что работают в режиме прерывистой (импульсной) подачи воды на орошаемую поверхность поля. Основные элементы такой системы: напорообразующий узел (насосная станция), маги­стральный, распределительные и оросительные трубопроводы, им­пульсные дождевальные аппара­ты. Импульсный дождевальный аппарат («дождевальная пуш­ка») отличается от обычного тем, что его рабочий цикл состо­ит из двух непрерывно чередую­щихся периодов: периода накоп­

ления воды в аппарате, периода выплеска (выброса) ее под дей­ствием сжатого воздуха.

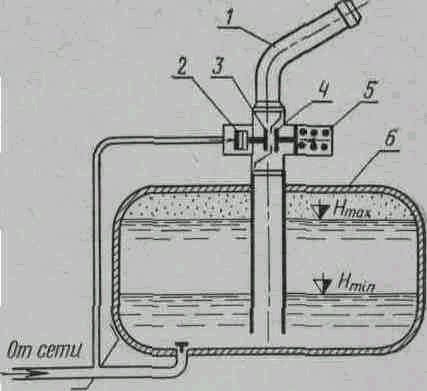


Рис. 5. Схема импульсного дожде­вального аппарата:

*1 —* ствол; *2 —* поршень; 3 и *4 —* клапаны;

5 \_ пружина; *6 —* гидроаккумулятор.

Известны импульсные дожде­вальные аппараты двух типов:

автоколебательного действия; принудительного действия. Первые способны обеспечить лишь такой режим работы, при котором пери­од накопления только в 5...10 раз больше периода выброса воды, вследствие чего расход воды не может быть меньше 0, 5...1 л/с;

вторые обеспечивают режим работы, при котором период накоп­ления в 50...200 раз больше периода выброса, вследствие чего подводимый расход воды может быть снижен до 0, 1 л/с и менее, а средняя интенсивность дождя может находиться в пределах 0, 01 ...0, 002 мм/мин. Наибольшее распространение получили дож­девальные аппараты второго типа, работающие в «ждущем режиме» по сигналам понижения давления в трубопроводной сети.

Система дождевания с аппаратами принудительного действия, помимо перечисленных выше основных элементов, включает еще и генератор командных импульсов, работающий в автоматическом режиме. Импульсный дальне- или среднеструйный дождевальный аппарат, работающий по сигналам понижения давления в трубо­проводной сети (рис. 5), состоит из трех основных элементов: ре­зервуара (гидроаккумулятора) *6,* запорного устройства *2, 3, 4* и *5* и ствола *1* с соплом. Вода под высоким давлением, но с малым рас­ходом подается в гидроаккумулятор *6,* где постепенно накаплива­ется. В период накопления воды клапаны *3* и *4* закрывают проход в ствол *1,* и вода не может выйти через него. По мере поступления воды находящийся в гидроаккумуляторе воздух сжимается, давле­ние его повышается. При достижении верхнего давления Ящах гене­ратор командных импульсов сбрасывает давление в напорной сети, вследствие чего под действием сжатого воздуха клапаны *4,* а затем *8* открываются и происходит выброс накопленного объема воды— «выстрел». В момент выстрела срабатывает механизм вращения, и корпус аппарата поворачивается на заданный угол. Сра­батывание всех дождевальных аппаратов происходит синхронно. Клапан *4* закрывается под действием пружины *5* при падении давления в гидроаккумуляторе до нижнего предела Нмин. Клапан *S* закрывается под действием поршня *2* при повышении давления в сети, после чего цикл повторяется. Продолжительность периода накопления воды в гидроаккумуляторе составляет от 50 до 300 с. Давление Нмакс и *Нмин* и. диаметр выходного отверстия сопла *d* выбирают, исходя из необходимой дальности полета струи *R* и от­ношения *Hмакс/d,* определяющего диаметр капель, на которые рас­падается струя.

При импульсном дождевании дальность полета струи значи­тельно больше, чем при непрерывном истечении. Она зависит от *Hmax, d,* угла наклона ствола к горизонту, вместительности гидро­аккумулятора, продолжительности выстрела. Вместимость гидроаикумуляторов составляет от 15 до 500 л, верхний предел давле­ния Нмакс—от 0, 4 до 1, 0 МПа, радиус действия (дальность полета струи) —от 20 до 70 м. По объему выброса воды за один рабочий цикл различают аппараты малого (до 3 л), среднего (от 3 до 10л) и большого (более 10 л) объемов выброса. Наиболее распростра­нены аппараты среднего объема выброса. Так как импульсные дождевальные аппараты работают с подводимыми расходами (0, 1...2 л/с), во много раз меньшими, чем обычные (10...40 л/с), то это позволяет в 5...8 раз уменьшить диаметры водоподводящих трубопроводов и применить насосно-силовое оборудование малой мощности, в результате чего капитальные затраты на строитель­ство снижаются более чем в 3 раза. Так как диаметр водоподво­дящих трубопроводов составляет 12...30 мм, то возможно приме­нение пластмассовых труб с укладкой бестраншейным способом.

Резкое снижение интенсивности дождя позволяет использо­вать импульсные дождевальные системы для орошения склонов с почвами низкой водопроницаемости, исключает эрозию; так как почва не переувлажияется, то почвенная корка не образуется и отпадает необходимость в послеполивной обработке почвы.

**4.2 Системы капельного орошения** дают еще большее рассредоточе­ние поливного тока, так как позволяют локально подводить воду к каждому растению в виде отдельных капель с помощью точеч­ных микроводовыпусков—капельниц. В систему капельного оро­шения (рис. 399) входят: контрольно-распределительный блок *1...8,* магистральный трубопровод *9,* распределительные трубопро­воды *10,* капельницы *11.* Контрольно-распределительный блок, как правило, включает в себя мотор *1,* насос *2,* задвижку *3,* фильтр *4,* водомер *5,* манометр *6,* бак-смеситель 7 и инжектор *8.*

Системы капельного орошения проектируют обычно с напо­ром 0, 07...0, 28 МПа. Низконапорные системы считаются предпоч­тительнее, так как в них можно применять более дешевые трубы и капельницы большего диаметра, что уменьшает вероятность их забивания. Для создания необходимого напора используют насо­сы небольшой мощности и производительности, водонапорные башни, а иногда и просто перепад отметок между источником во-

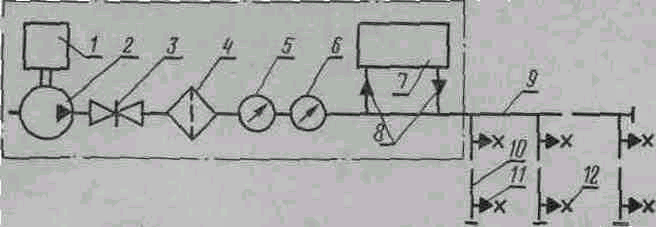


Рис. 6. Схема системы капельного орошения:

1—двигатель; 2—насос; *3—* задвижка; *4 —* фильтр; *5 —* водомер; *6 —* манометр; 7 — *бак-смеситель;* *8 —* инжектор; *9 —* магистральный трубопровод; *10 —* распределительный трубо провод; *11*—капельница; *12—*растение.

доснабжения и орошаемой площадью (самотечные системы). Ма­гистральный *9* и распределительные *10* трубопроводы монтируют, как правило, из полиэтиленовых труб обязательно черного цвета (для предотвращения развития водной растительности), первые-диаметром 38...51 мм, вторые—от 6 до 19 мм. Трубопроводы в низконапорных системах монтируют без соединительных муфт, встав ляя трубы одна в другую. Расстояние между распределительными трубопроводами — от 0, 8 м для полевых культур до 6 м для плодово-ягодных и соответствует ширине междурядий.

Капельницы изготавливают из пластмассы темного цвета с расходом от 1 до 15 л/ч. Их конструкции весьма разнообразны. Наиболее простая представляет собой микротрубку из полиэтиле­на высокой плотности с внутренним диаметром от 0, 3 до 2, 0 мм;

регулирование расхода — за счет изменения потерь на трение, т. е. путем изменения длины микротрубки. Более надежна в смысле предотвращения забивания капельницы с отверстием большого диаметра, состоящая из цилиндра и ввернутой в него пробки. Про­странство между нарезкой пробки и внутренней резьбой цилиндра образует спиральный проход, по которому идет вода. Вворачивая или выворачивая пробку, изменяют длину пути, а следовательно и расход воды. Вытекая каплями, вода увлажняет почву в виде зо­ны эллипсовидной формы глубиной около 1 м и шириной до 2, 6 *м* с выходом на поверхность у основания ствола дерева. При этом почва в междурядьях поддерживается в сухом состоянии, что соз­дает неблагоприятные условия для роста сорняков. Уменьшение объема увлажняемой почвы позволяет экономить воду и приводит к формированию менее разветвленной корневой системы, дающей возможность уплотнить посадки и повысить продуктивность. Этот способ обеспечивает наиболее высокую отдачу урожая на единицу затраченной воды и удобрений, так как обеспечивает оптимальный водный и питательный режим почвы, позволяет полностью автома­тизировать подачу воды в соответствии с потребностями сельско­хозяйственных культур. В рассматриваемых системах, однако, пока еще высока первоначальная стоимость и есть вероятность закупор­ки капельниц из-за естественного загрязнения воды.

Качество и надежность полива зависят от конструкций ка­пельниц *19.* Они могут быть выполнены в виде полиэтиленовых микротрубок диаметром 0, 3...2 мм и нарезных пробок, а также диафрагменными, мембранными и поплавковыми. Наиболее совер­шенные капельницы снабжены несколькими водовыпусками и обо­рудованы устройствами для стабилизации расхода при перемен­ном давлении в сети и самоочистки микроканалов от взвешенных наносов. Применение капельного орошения особенно перспек­тивно в районах с ограниченными водными ресурсами, а также на участках с изрезанным рельефом и крутыми склонами с большими перепадами высот (до 60 м).

Машины для внутрипочвенного орошения. Вода с помощью труб-увлажнителей или специальных рыхлительных рабочих ор­ганов вводится непосредственно в корнеобитаемый слой почвы. Системы с использованием труб-увлажнителей могут быть без­напорными и напорными. В первом случае система действует без машин, во втором - используются насосные установки общего назначения.

Машинный способ основан на применении рыхлительных рабо­чих органов с водопроводящими каналами, через которые вода попадает в междурядья на глубину рыхления, соответствующую глубине расположения корневой системы растений.

По способу подвода воды такие машины подразделяют на два типа: с проходным и наматываемым трубопроводами. В первом случае гибкий трубопровод, снабженный пружинными водовы­пускными клапанами, укладывают вдоль пути машины и про­пускают через водоприемное нажимное, смонтированное на машине устройство. В процессе движения машины посредством последнего открывают пружинные клапаны и вода поступает сначала в бак, а затем через рабочие органы в корнеобитаемый слой почвы. Во втором случае трубопровод, один конец кото­рого присоединен к гидранту, а другой к приемной колонке машины, наматывается на барабан с реверсивным приводом или сматывается с него в зависимости от направления движения. Для подпочвенного полива деревьев и кустарников применяют машины с рабочими органами в виде гидробуров.

# 5 Требования к машинам и энергоемкость полива

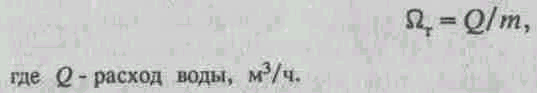
Требования к дождевальным машинам и установкам. Разли­чают агробиологические, экологические и технико-экономи­ческие требования. К агробиологическим следует отнести тре­бования, обеспечивающие оптимальные (рациональные) условия снабжения растений водой, экологическим - сохранение почв и их плодородия и технико-экономическим - повышение произво­дительности, снижение энергоемкости и т. п.

**Агробиологические требования** заключаются в следующем. Для достижения малоинтенсивного (бесстрессово­го) воздействия процесса орошения на растения отношение интенсивности водоподачи к интенсивности водопотребления должно находиться в пределах 1...50. Равномерность распре­деления воды на поле должна удовлетворять следующим требо­ваниям: Кэф.п  0, 7; *kнед.п*  *kизб.п* 0, 15. Отклонение от среднего слоя выпавшего дождя не должно превышать ±25% для машин с коротко- и сред неструйными и ±30% - с дальнеструй­ными аппаратами. Для сохранения растений от механических повреждений в процессе подготовки и проведения поливов коэффициент их повреждаемое должен быть 0, 5...2, 0%, а среднекубический диаметр капель дождя *d*  1 мм.

**Экологические требования** заключаются в сле дующем. С целью сохранения структуры и водопрочности поч­венных агрегатов, активной жизнедеятельности микроорганизмов в почвообразовательном процессе и повышения плодородия почв содержание влаги в порах почвы должно находиться в пределах 70...90%, воздуха-10...30%, а отклонение от этих интер­валов не должно превышать ±5%. Для предупреждения водной эрозии почвы скорость движения Ug потока воды в поливной борозде должна быть меньше критически допустимой ip из условий неразмываемости почвы, т. е. *vq < и,* а для предупреждения лужеобразования и стока средняя интенсивность дождя р должна быть меньше или равна скорости впитывания воды в почву, т. е. р s *q* Чтобы исключить разрушение почвенных агрегатов под действием ударов капель дождя, их диаметр не должен превышать 1, 5 **мм** для коротко- и средне-струйных и 1, 8 мм для дальнейструйных аппаратов.

Технико-экономические требования включают большое число показателей. Однако к наиболее важным из них относятся эффективное использование земли, производи­тельность машин и энергоемкость выполняемого ими процесса. Коэффициент земельного использования, учитывающий потери площади под оросительной сетью и поливной техникой, должен быть равен или больше 0, 97.

Теоретически возможная производительность любой дожде­вальной машины или установки при заданной поливной норме m, мУга, может быть определена по формуле



Действительная производительность дождевальных машин, работающих в движении, как и любых других мобильных средств, зависит от ширины захвата, скорости движения и коэффициента использования рабочего времени. Разница заключается лишь в том, что во избежание образования луж на почвах с небольшой впитывающей способностью поливать можно не за один, а за несколько проходов. В таких случаях необходимое число про­ходов

*n* = *m/h, где* т-поливная норма,мм**;** А-слой воды, вылитый за один проход,мм.

Производительность машин, работающих позиционно, зависит от размера площади 5, орошаемой с одной позиции, и числа позиций z в смену, т. е. П = *Sz.* За продолжительность смены *Т* число позиций

*z=kT/t,*

где *k -* коэффициент использования рабочего времени; t-продолжительность полива с одной позиции.

Учитывая, что *t=m/pcp a* Pq, =Q/5, получим *z=* *kTQ/mS.* Подставив значение *z* в первоначальное выражение, получим

Ω=кΤQ/m

Так как *Q=PcpS,* a 5=nr2, то формулу можно представить в виде

*Ω=πkpср rT/m.*

Из этого следует, что производительность в наибольшей мере зависит от радиуса действия струи г. Но одно и то же значение *г* можно получить при разных напорах *If* и диаметрах сопла *d.* Чтобы выбрать рациональное сочетание значений *Н* и rfg, нужно знать, какой из этих параметров оказывает большее влияние на энергоемкость процесса.

**Энергоемкость процесса.** Мощность струи, представляющая собой расход энергии в единицу времени,

Νстр=γQH

Νстр=γμπdΗ√2gH/4

где у-удельный вес воды.

Сле­дует иметь в виду, что мощность, необходимая для привода насоса.

Характеристикой энергоемкости дождевальной машины или установки можно считать расход энергии на единицу произво­дительности. Так как производительность П = CiQ, где q -коэффициент пропорциональности, то с;Я, где Сд = const.

Из полученного выражения следует, что удельный расход энергии пропорционален напору Я. Таким образом, наименее энергоемкими следует считать дождевальные машины и установки с короткоструйными насадками, а наиболее энергоемкими - ма­шины, оборудованные дальнеструйными аппаратами.

Технико-экономическими требованиями предусматривается ограничение удельного расхода энергии £„ на 1 м3 поливной воды в следующих пределах: 20,5... 1,5 кВт-ч/м3 для дож­девальных машин и установок и *Е s.* 0,05...0,2 кВт • ч/м3 для установок капельного и внутрипочвенного орошения.

6 **Вывод**

Тенденции и перспективы развития. Полив - наиболее эф­фективный способ повышения урожаев, один из основных факто­ров интенсификации сельскохозяйственного производства. По­ливная техника занимает важное место в системе машин для мелиорации.

Системой машин предусмотрено семь технологических комп­лексов для орошения сельскохозяйственных культур.

При поливе дождеванием предусматривается забор воды ма­шинами из открытой и закрытой оросительных сетей, а при по­верхностном орошении - подъем и подача воды передвижными насосными станциями по разборным трубопроводам. Вместе с поливной водой при поливе дождевальными и поливными машинами могут вноситься сухие минеральные удобрения и животновод­ческие стоки. Поливная техника может быть использована и для внесения жидких минеральных удобрений, микроэлементов, пестицидов и химических мелиорантов. В этих случаях обеспе­чивается повышение производительности труда более чем в 2 раза, равномерность распределения вносимых веществ на 20...30%, сокращение затрат в 1,2 раза.

Внесение удобрений вместе с поливной водой по сравнению с раздельным внесением при использовании разбрасывателей ми­неральных удобрений и последующим поливом повышает урожай­ность сельскохозяйственных культур на 10...25%. Это позво­ляет внедрить в орошаемом земледелии индустриальные техно­логии и уменьшить парк сельскохозяйственных машин за счет совмещения некоторых операций, а также агрегатировать дож­девальные и поливные машины с машинами для транспортировки

сухих и жидких удобрений, пестицидов и химических мелиорантов.

Системой машин предусмотрено создание новой широкозах­ватной дождевальной и поливной техники для степных и полу­пустынных районов, имеющих поля больших размеров, а для Нечерноземной зоны, имеющей небольшие поля неудобной кон­фигурации со сложным рельефом, предусмотрен выпуск мобильных дождевальных машин. Групповое использование этих машин позволит увеличить нагрузку на одного человека, занятого на орошении сельскохозяйственных культур.

Уровень механизации поверхностного орошения не превышает 5...6%. В целях сокращения ручного труда и повышения произ­водительности в конструкциях большинства машин для полива по бороздам, полосам и чекам будут предусмотрены собственные двигатели на основе гидро- и электропривода, а также авто­матизация некоторых процессов и операций.

При использовании новой поливной техники возможен подъем уровня механизации.

Для строительства оросительных и обводнительных систем предусмотрено более 30 технологических комплексов машин. При строительстве оросительных каналов глубиной до 3 м исполь­зуют экскаваторы непрерывного действия, более Зм- одноков­шовые экскаваторы вместимостью до 1, 25 м3 и скреперы с эле­ваторной загрузкой ковша вместимостью 7 м3 на тракторе Т-150К и 12 мэ-на К-701, а также самоходные скреперы с ков­шом вместимостью 15 м3 и более. С внедрением новой техники непрерывного действия на базе указанных тракторов произво­дительность труда повысится в 1, 4...1, 6 раза, значительно уменьшится доля ручного труда, на З0...40% снизится числен­ность механизаторов.

В целях борьбы с потерями воды на фильтрацию предусмотре­ны комплексы машин для строительства закрытых оросительных систем из трубопроводов диаметром 200...400, 500...1200 и 1400...2000мм, а также комплексы автоматизированных без­рельсовых машин для облицовки оросительных каналов глубиной до 7 м. Закрытый дренаж на орошаемых землях будет строиться траншейным, узкотраншейным и бестраншейным способами с по­мощью дреноукладчиков с автоматизированными системами вы­держивания заданного уклона дрен.

Применение бестраншейных дреноукладчиков при высоком уровне стояния грунтовых вод позволит повысить производи­тельность труда в 10...15 раз по сравнению с траншейным способом, сократить затраты труда на 1 км уложенного дренажа почти в 10 раз. Новый бестраншейный дреноукладчик (МД-12)создан на мелиоративном шасси, на базе которого предусмот­рено создание целого шлейфа машин.Новые экскаваторы-каналокопатели позволят строить каналы рационального профиля, что даст возможность сокращать объем земляных работ и площадь отчуждаемых земель. При создании машин на базах с низким удельным давлением улучшится ка­чество мелиоративного строительства, сократятся его сроки и повысится производительность труда на 15...30%.