

11 ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОСУШИТЕЛЬНО- УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Пока не преодолено негативное отношение к мелиорации в стране, что, в целом, задерживает внедрение новых и эффективных схем автоматизированных систем и регулирующих сооружений.

Однако, сведения о них будут объективно полезны, тем более, что большинство из рассмотренных решений признано изобретениями.

Перспективна, так называемая бесканальная автоматизированная осушительно-увлажнительная система, представленная на рис. 11.1.

Существенным отличием ее от других систем является применение многоступенчатых сооружений, что дает возможность перераспределения воды с одного участка на другой, минуя магистральные водоводы и насосную станцию (НС), при работе напорного трубопровода в комбинированном режиме (осушение и орошение).

Система включает в себя дрены (1), впадающие в коллектор второго порядка (2), и из него - в коллектор первого порядка (3), который соединяется с многосекционным сооружением, состоящим из колодцев - регуляторов уровней (4) и колодца гасителя энергии потока (5). Между собой колодцы соединяются патрубком (6). В колодцах (4), на патрубках (6), установлены регуляторы верхнего бьефа гидравлического действия с гибким затвором (7) и поплавковым датчиком уровня (8), который соединяется с затвором при помощи жесткой тяги (9). Колодец гаситель энергии потока (5) соединяется при помощи водовода (13) со вторым многосекционным сооружением, состоящим из колодцев (10) и (11). В колодцах (10) установлены регуляторы верхнего бьефа, как и в колодцах (4). Колодцы (10) и (11) соединяются между собой патрубком (12). В свою очередь, колодец (11) соединяется с безнапорным магистральным водоводом (13), а при помощи сдвоенного сифонно-эжекторного устройства (14) и (15) - с напорным водоводом (16). В сифонно-эжекторном устройстве (14), (15) установлена дроссельная заслонка (17), которая приводится в действие при помощи рычагов (18), (19), связанных шарнирно с эластичной мембраной (20). Таким образом, напорный водовод (16) соединяется по трассе водосбора с безнапорным магистральным водоводом (13) при помощи колодца (11) и сдвоенного сифонно-эжекторного устройства (14) и (15). В свою очередь, напорный водовод (16) соединяется у узла управления с безнапорным магистральным водоводом (13) при помощи задвижки (21) и эжекторного устройства (22). Кроме этого, безнапорный магистральный водовод (13) соединяется с аванкамерой насосной станции (23) при помощи задвижки (24), а напорный водовод (16) соединяется с напорной линией (25), идущей от насосной станции, при помощи задвижки (26). На напорной линии (25) установлены задвижки (27), (28), (29), которые служат для управления режимом работы магистрального и напорного трубопроводов (13), (16).

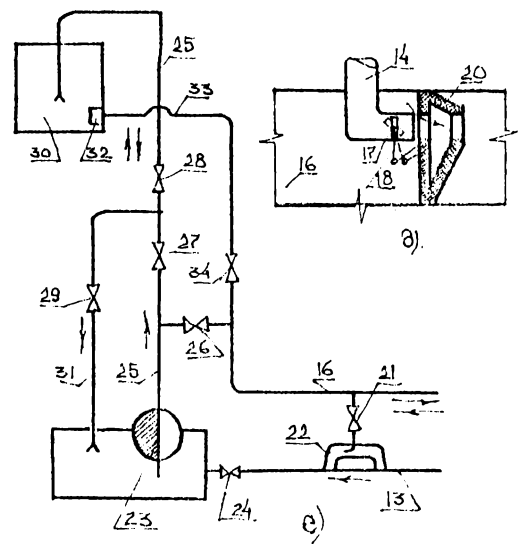
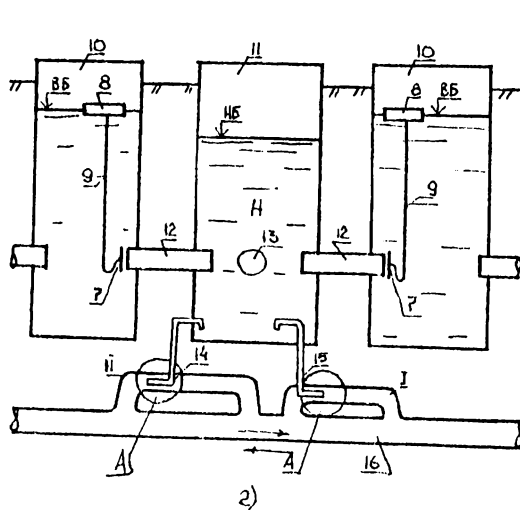
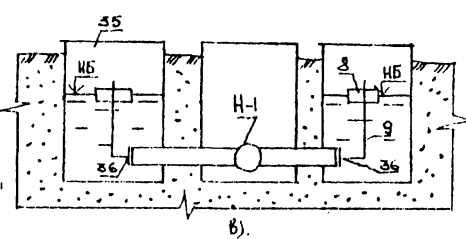
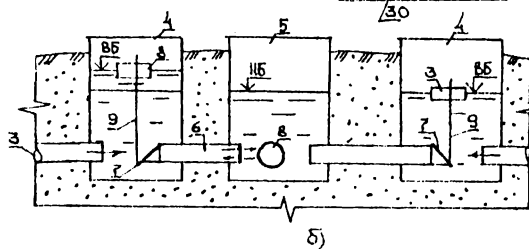
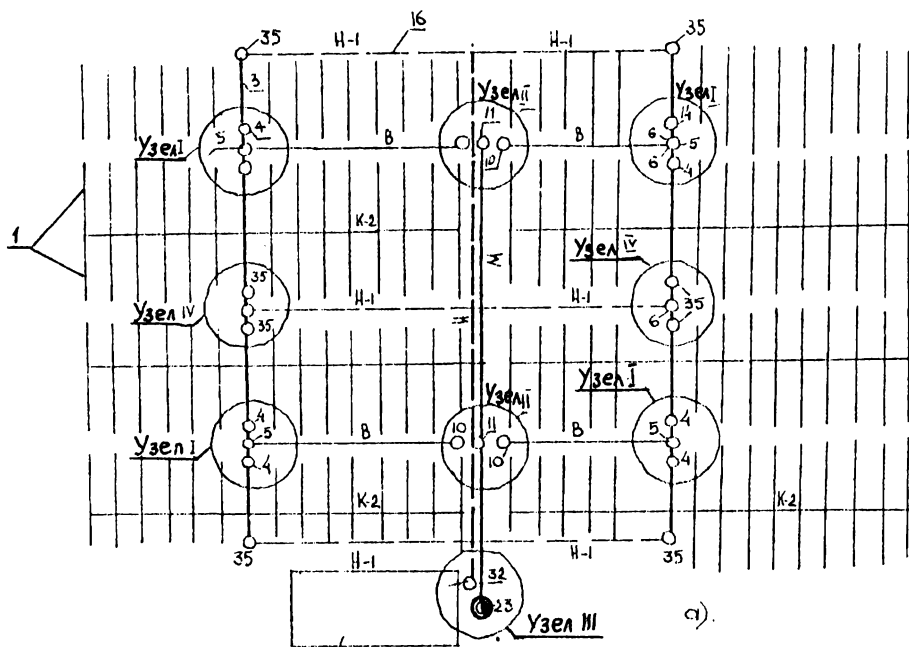


Рис.11.1 Автоматизированная бесканальная осушительно-увлажнительная система: а - план; б - узел (I); в - узел (IV); г - узел (II); д - узел (А) в схеме (г); е - узел (III) (спецификация элементов приведена в тексте).

Напорная линия (25) сообщается с прудом (30), а при помощи патрубка (31) - с аванкамерой насосной станции (23). Пруд (30) имеет водовыпуск (32), который соединяется при помощи водовода (33) и задвижки (34) с напорным водоводом (16). По трассе водоразбора напорный водовод (16) соединяется при помощи водоподводов Н-1 с колодцами водораздачи (25), в которых установлены регуляторы нижнего бьефа (36), имеющие жесткую тягу (9) и поплавковый датчик уровня (8).

Автоматизированная бесканальная осушительно-увлажнительная система работает следующим образом. При помощи поплавковых датчиков уровня (8) задается требуемый горизонт регулирования УГВ, в зависимости от высеваемых культур. В период избытка влаги, вода из почвы поступает в дрены (1), потом - в коллектор второго порядка (2), далее - в коллектор первого порядка (3) и в колодец (4), где установлен регулятор уровня верхнего бьефа. При повышении уровня воды в колодце (4), происходит открытие затвора (7), который приводится в действие при помощи поплавка (8) и тяги (9). Вода, по патрубку (6), поступает в колодец гаситель энергии потока (5) и, потом, следует по водоводу (13) к следующему колодцу (10) многосекционного сооружения, откуда излишки воды с помощью регулятора верхнего бьефа сбрасываются в колодец (11) и поступают в магистральный безнапорный водовод (13).

В системе регулирующих колодцев (4) первого многосекционного сооружения, в одном из колодцев, уровень воды будет выше нормы на величину Δh , а в другом - ниже на Δh . Вода, поступающая в колодец-гаситель (5), поднимается на высоту Δh и между уровнями воды в левом колодце (4) и гасителе (5) появляется перепад Z , который содействует открытию гибкого затвора (7) и вода поступает в левую дренажную систему. Происходит внутреннее перераспределение стока. Для случая, когда требуется вести интенсивное осушение, напорный водовод (16) включается в режим осушения. Для этого, задвижки (26), (34) на напорном водоводе (16) закрываются, а (21) и (24) на водоводе (13) - открываются. Вода, следуя по магистральному водоводу (13) и через эжектор (22), создает разрежение в напорном водоводе (16). В колодце управления (11) установлены спаренные сифонно - эжекторные устройства (14) и (15). Уровень воды в колодце управления (11) действует на дроссельную заслонку (17), а так как в напорном водоводе (16) создается вакуум, то на затвор (17) действует сила - $P = H \cdot \gamma \cdot \omega$, которая содействует его открытию и вода поступает из колодца управления (11) в напорный водовод (16), а затем - в аванкамеру насосной станции (23). С нарастанием потока, происходит автоматическое отключение правого сифонно-эжекторного устройства (14) под действием гидравлических сил потока, которые воздействуют на мембрану (20), способствуя закрытию затвора, путем передачи усилия через рычаги (18) и (19). В левом сифонно-эжекторном уст-

ройстве еще больше открывается затвор, т.к. поток содействует большему прогибу мембраны (20) через тяги (18) и (19). По мере уменьшения стока, перекрывается задвижка (24) и сброс воды осуществляется через водосбросной магистральный водовод (13).

В том случае, когда необходимо осуществить подачу воды для подпочвенного увлажнения на требуемый участок, вода забирается из пруда (30) и подается в водоводы (13) и (16). При этом, подача воды осуществляется двумя способами: самотеком из пруда и при помощи насосной станции.

В первом случае, вода из пруда (30) забирается через водовыпуск (32) и по водоводу (33) подается в напорный водовод (16), при этом, задвижка (34) открыта, а задвижки (21) и (26) - находятся в закрытом положении. Вода по водоводу поступает к колодцам (35), откуда она забирается с помощью автоматических регуляторов нижнего бьефа (36) и поступает в коллекторную сеть (3) и (2), далее - в дрены (1).

Во-втором случае, из пруда (30) вода поступает через трубопровод (25) и патрубок (32) в аванкамеру насосной станции (23), при этом, задвижки (26), (28) и (29) находятся в открытом положении, а задвижки (24), (27) и (34) - закрыты. Насосами вода забирается из аванкамеры и подается в напорный водовод (16), а из него - к колодцам (35), из которых поступает на орошаемые участки.

В период подачи воды под напором, она проходит через сифонно-эжекторное устройство (14) и (15) и действует на мембрану (20). В этом случае, левое сифонно-эжекторное устройство закрывается, а правое - открывает дроссельную заслонку (17), с помощью тяг (18) и (19). Происходит откачка воды из колодцев управления (11) и транспортировка ее потребителю.

На рис.11.2 показан общий вид гибкой автоматизированной осушительно-увлажнительной системы, которая состоит из дрен (1), соединенных с коллектором (2) и глухим коллектором (3). Глухой коллектор на каждом мелиорированном участке подводится к многосекционному водораспределительному сооружению (4). В каждой секции последнего имеется фильтрующая стенка (5) и гидравлический регулятор уровня (6), который устанавливается на водоводе (7), соединяющем водораспределительное сооружение с аванкамерой насосной станции (8). Насосная станция (8) оборудована насосами (9), осуществляющими перекачку воды по трубопроводу (10) в пруд (20) или, с помощью запорной арматуры (11), (12), (13), оснащенной электроприводом, - в необходимую секцию водораспределительного сооружения. Насосная станция совмещена с одной или несколькими скважинами (14), оборудованными глубинными насосами (15), которые (скважины), в период строительства, используются для водопонижения, при эксплуатации - как гарантированный водоисточник. По трубопроводу (16) вода из скважины подается к электрозадвижке (17) и, далее, к водоразборному коллектору (18). Водоразборный коллектор имеет отводы, на которых установлены электрозадвижки (19) к каждой секции. В каждой секции водораспределительного сооружения установлен сельсин-датчик уровня воды (21) с выводом информационного сельсин-приемника на общий щит (22) в насосной станции. Одна секция контролирует уровни только на одном поле.

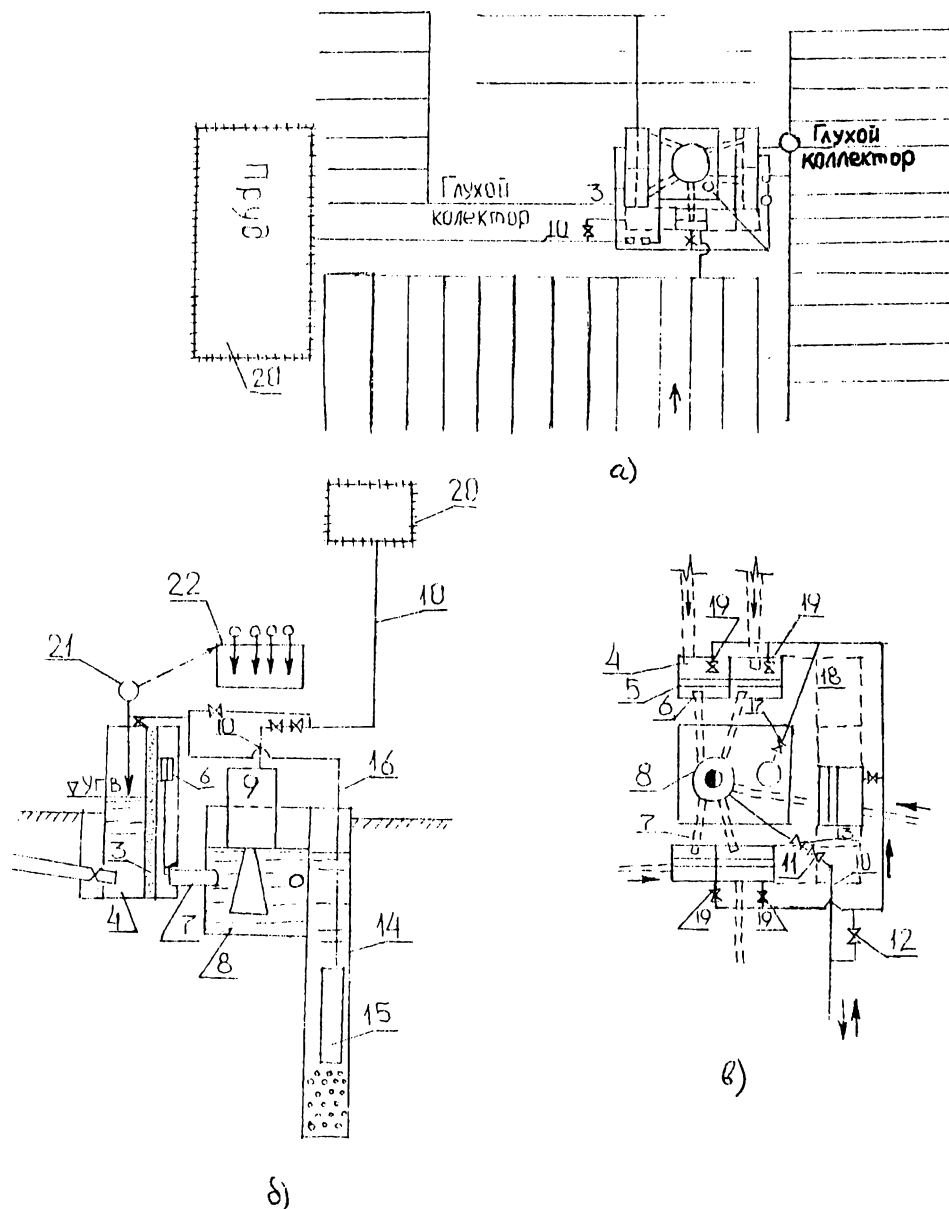


Рис. 11.2 Конструкция гибкой автоматизированной осушительно - увлажнительной системы: а - план системы; (б) и (в) - соответственно, план и разрез водораспределительного сооружения (обозначения даны по тексту).

Работает автоматизированная гибкая система следующим образом. В каждой секции водораспределительного узла, при помощи гидравлического регулятора (6), задается требуемый уровень воды.

Если на рассматриваемом участке УГВ выше заданного значения, то автоматически включается гидравлический регулятор уровня (6). Выталкивающая сила поплавка действует на затвор гидроавтомата, открывает вход на водоводе (7) и излишки воды из секции подступают в насосную станцию (8), а из нее - по трубопроводу (10), с помощью насосов (9), - в пруд (20). При необходимости увлажнять какой-либо участок, на водоводе (11) открывается электрозадвижка (12) и вода поступает в водозаборный коллектор (18). Открывая электрозадвижку (19), можно подать воду в соответствующую секцию водораспределительного сооружения, откуда по трубопроводам (3) и коллектору (2) - в дрены (1).

В засушливый период (уровень воды в секции ниже нормы), вода из скважины (14) забирается насосами (15), по трубопроводу (16) подается в водозаборный коллектор (18), а оттуда, по вышеописанной схеме, поступает к дренам (1). При работе в режиме увлажнения, регулятор уровня перенастраивается на больший горизонт регулирования с учетом суммарных потерь напора по длине.

Для условий, где возможно применение систем вертикального дренажа эффективна система, показанная на рис. 11.3.

Осушительно-увлажнительная система состоит из головных скважин (1), которые при помощи сифонных водоводов (2) соединяются с центральной скважиной (3), а последняя, в свою очередь, так же при помощи сифонного водовода (4), (5) и промежуточных скважин (6), соединяется с насосной станцией (7). К сифонному водоводу (2), который соединяет периферийные скважины (1) с центральной (3), подсоединяются горизонтальные дрены (8), которые располагаются в зоне наименьшей чувствительности к колебаниям уровней грунтовых вод в период осушения. На сифонном водоводе (4), который соединяет центральную скважину (3) с насосной станцией (7), устанавливается автоматический регулятор уровней грунтовых вод (9), размещенный в колодце (10) с поплавковым датчиком уровня (11), который соединяется с дроссельным затвором (9) при помощи рычажного механизма (12). Колодец (10) соединяется с помощью глухого трубопровода (13) с колодцем-поглотителем грунтовых вод (14). Грунтовые воды поступают в колодец-поглотитель (14), который устанавливается в междренном пространстве и по трубопроводу (13) вода поступает в колодец (10), где за счет выталкивающей силы поплавка (11) приводит в действие дроссельный затвор (9). В скважине (1) устанавливается ветровой насос (15), который состоит из постоянно затопленной рабочей камеры (16), в которой устанавливается рабочее колесо (17), соединенное при помощи вала (18) с крыльчаткой (19), которая при действии ветра на нее приводит во вращательное движение рабочее колесо (16). С целью устранения перекосов, крыльчатка (19) снабжена опорой (20), на основе которой устанавливается стопор (21).



Насосами вода забирается из скважины (1) и подается по напорному трубопроводу к чашеобразному сетчатому распылителю (22), где вода подхватывается потоком воздуха и разбрызгивается по территории. Насос (15) имеет опору (23), которая герметично закрывает скважину и в период его работы, через эжекторные отверстия (24), воздух из скважины отсасывается, что приводит к повышению уровня воды в самой скважине, созданию дополнительного напора над сифонным водоводом (2) и увеличению интенсивности оттока воды из почвы. Одновременно, вода откачивается с помощью насосной станции (25), которая поступает в аванкамеру (26) из модульных участков осушительно-увлажнительной сети и по напорному трубопроводу (27) сбрасывается в водоприемник. Сифонные водоводы (2), соединяющие скважины (1) с центральной скважиной (3), имеют звездчатую конструкцию соединения (28). В весенний период насосная станция (25) включается с целью осушения, поэтому, в аванкамере (26) уровень воды снижается, а так как сифонный водовод (5) в начальный период находился в затопленном состоянии и, при работе насосной станции (25), между уровнями в скважинах (1), (3), (6) и аванкамерой (26) образовался перепад, то под действием вакуумных сил и напора происходит перетекание воды из скважин (6) по сифонному водоводу (4), (5) в аванкамеру (26). Предполагается, что сифоны (2), (4), (5) постоянно находятся в "заряженном состоянии". Уровни грунтовых вод снижаются более интенсивно, приближаясь к скважинам (1), (3), и наоборот, поэтому по периферии участка строится горизонтальный дренаж, который подсоединяется непосредственно к сифонному водоводу (2). Вода из почвы, под действием гидростатического напора и вакуумных сил, более интенсивно поступает в дренаж, а из дренажа в сифонный водовод (2), отсюда - в скважину (3) и, далее, по вышеописанной схеме, к насосной станции (7). На сифонном водоводе (4), который соединяет центральную скважину (3) с аванкамерой насосной станции (7), устанавливается автоматический регулятор гидравлического действия (9). С целью срыва вакуума в сифонном водоводе, автоматический регулятор, при помощи поплавка, настраивается на более высокие уровни регулирования, с учетом нормы осушения, поэтому, колодец-поглотитель (14) устанавливается в междренном пространстве. Вода из колодца-поглотителя (14) по трубопроводу (13) поступает в колодец (10), в котором установлен поплавок (11) и, в том случае, когда уровень воды выше заданного, поплавок (11) всплывает и приводит в движение дроссельный затвор (9), который поворачивается в сифонном водоводе (4) и пропускает воду. Если уровень воды в почве (4) устанавливается на заданном значении, то поплавок (1) содействует закрытию затвора (9) и вода с модульного участка не откачивается насосной станцией (7).

Известно, что в весенний период почва подвергается быстрому иссушению, вплоть до появления ветровой эрозии, поэтому откачиваемая из скважины (1) вода, с помощью ветровых насосов (15) распыляется по осушаемой территории. Ветер, действуя на крыльчатку (19), приводит ее в движение, а так как крыльчатка установлена жестко на валу (18), то последний приводит во вращательное движение рабочее колесо (17), кото-

рое захватывает воду из камеры (16) и по напорному трубопроводу подает ее к сетчатому распылителю (22). Струйки воды, проходя сетчатый распылитель (22), ударяются о работающую крыльчатку (19) и распыляются по полю. В период работы крыльчатки (19), между сетчатым распылителем (22) и крыльчаткой образуется вакуумная зона, которая содействует отсасыванию воды из скважины. В том случае, когда не требуется производить осушение (орошение), с помощью стопора (21), крыльчатка (19) отключается. В случае орошения, вода из скважины забирается только ветровым насосом (15) и распыляется по мелиорируемой территории.

Применение осушительно-увлажнительной системы, сочетающей неглубокие вертикальные скважины (5...8 м) и горизонтальный дренаж, позволяет снижать капитальные затраты на 1 га до 50...80\$. В тоже время, сокращаются сроки строительства на 10...15%. Предлагаемая осушительно-увлажнительная система, может дать большой эффект в весенний период, когда часто случаются пыльные бури, т.е. водная завеса может создать препятствия ветровой эрозии почвы. Эксплуатационный эффект достигается за счет интенсивного осушения с помощью ветровых насосов, которые снижают потребление электроэнергии насосными станциями. Применение автоматических регуляторов также позволяет значительно уменьшить холостые сбросы воды, а значит и уменьшить расход электроэнергии на ненужную перекачку воды. Экономическая эффективность от применения предлагаемого изобретения может составить до 26\$ на 1 га осушаемой территории.

Для автоматического поддержания уровня воды в сети и в почве перспективны разработанные нами широкодиапазонные регуляторы (рис. 11.4), состоящие из дроссельного затвора (1), к которому жестко крепится ось (2), смещенная горизонтально и ниже геометрической оси. Нижняя часть дроссельного затвора (1) разделяется на две половинки, при этом, нижняя сегментная половинка (3) одной стороной шарнирно соединяется с верхней, а другой - с крыловидной плоскостью (4) при помощи шарнира (5). Крыловидная плоскость (4) шарниром (6) соединяется с тягой (7), на которой устанавливается регулятор хода поплавка (8), а на нем - монтируется поплавок (9). Регулятор хода поплавка (8) имеет подвижное стопорное устройство (10), при помощи которого устанавливается свободный ход поплавка (9) и задается уровень регулирования воды в канале. Для недопущения смещения тяги (7) в горизонтальной плоскости, служит ограничитель хода тяги (11), который крепится к служебному мостику (12). В период поднятия уровня, поплавок (9) упирается в стопор (10) и поднимает тягу (7), которая, в первую очередь, открывает сегментную часть (3) дроссельного затвора (1), вращающегося вокруг своей горизонтальной оси (13). Для задания необходимого уровня воды в бьефах служит фиксатор (14), который устанавливается на регуляторе хода поплавка (8). Для управления уровнем воды в нижнем бьефе или уровнем грунтовых вод, служит равноплечий рычаг (15). Он шарнирно соединяется с осью вращения (16) и тягой (17), которая размещается в колодце (18), соединенном посредством патрубков (19) с нижним бьефом,

или тяга и поплавков могут размещаться в колодце (20) при управлении уровнем грунтовых вод. В свою очередь, колодец (20) соединяется с колодцем-поглотителем (21) при помощи глухого водовода (22).

Регулятор работает следующим образом. С помощью фиксатора (14), который установлен на регуляторе хода поплавок (8), закрепляется последний на тяге (7), а также на тяге (17) - при управлении уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах. Одновременно, при помощи подвижного упора (10), задается ход поплавку (9) так, чтобы в период открытия затвора (1), тяги (7) и (17), совместно с регуляторами хода поплавков (8), поднимались вверх и не поднимали поплавков (9). В то же время, можно при помощи подвижного упора (10) регулировать величину открытия затвора (1). После настройки регулятора на необходимый горизонт регулирования, он готов к работе. При повышении (снижении) уровней воды в верхнем бьефе, поплавков (9) всплывает и упирается в упор (10), который передает усилие через стопор (14) тягам (7) или (17), которые, в свою очередь, изменяют положение крыловидной плоскости (4), поворачивающейся вокруг оси (13) и содействуют открытию сегментной части (3) дроссельного затвора (1). Так как плоскость (4) выполнена в виде крыла и изменила свое положение относительно линий тока, то одна из динамических составляющих потока будет действовать на плоскость по вертикали и способствовать "всплытию" затвора (1), который поворачивается вокруг горизонтальной оси (2). Всплытие затвора (1) начинается тогда, когда суммарное давление на нижнюю часть дроссельного затвора становится меньше, чем на верхнюю. В период открытия затвора (1), могут возникнуть два момента, удерживающих затвор (1) в горизонтальном положении. В первом случае, затвор (1) находится в горизонтальном положении, а крыловидная плоскость (4) - перпендикулярно к плоскости затвора. Поток давит на крыловидную плоскость (4) и вертикальная составляющая силы стремится поднять затвор выше, но сила тяжести затвора противодействует этому усилию и система находится в равновесии.

Во втором случае, затвор поворачивается не на 90° , а где-то порядка $80...85^{\circ}$. Динамическая вертикальная составляющая силы, действующая на сегмент (3) и крыловидную плоскость (4), стремится поднять затвор (1), но усилие от действия поплавка (9) удерживает его в этом положении. Конструкция регулятора такова, что позволяет регулировать, при помощи подвижного упора (10) на регуляторе хода поплавок (8), степень открытия затвора.

Дроссельный затвор закрывается, когда уровень воды снижается и поплавков (9) действует через регулятор хода поплавок (8), тягу (7) при повороте крыловидной плоскости (4) вокруг оси (5). В этом случае, крыловидная плоскость (4) поворачивается до горизонтального положения и вертикальная составляющая от динамического воздействия потока равняется нулю; закрытие затвора происходит под действием силы тяжести и статического давления, которые на нижней части затвора (1) больше, чем на верхней.

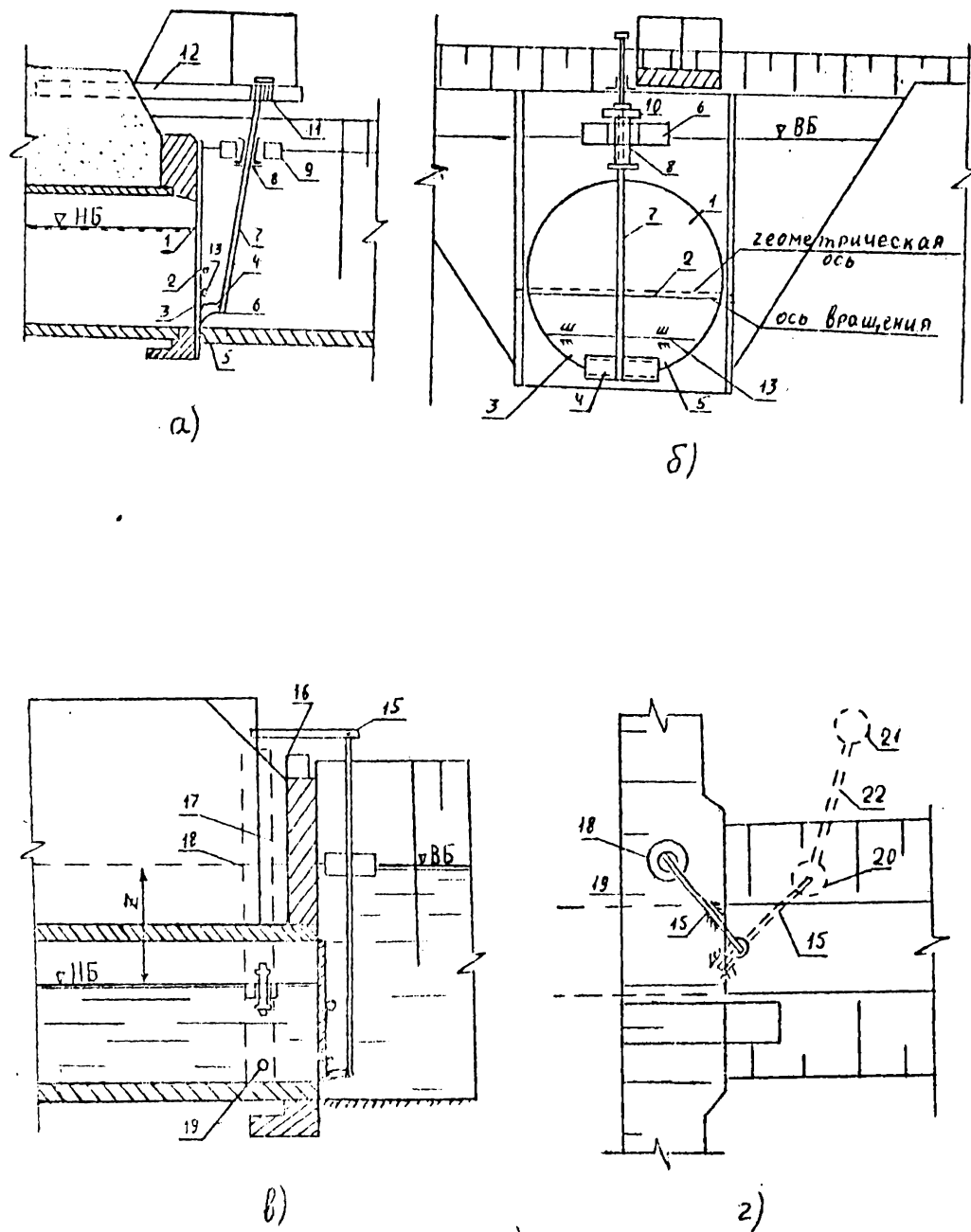


Рис.11.4 Конструктивная схема широкодиапазонного регулятора уровня воды (обозначения даны по тексту).

При регулировании уровня воды в верхнем и нижнем бьефах, стопорное устройство (14) устанавливается отдельно от регулятора хода поплавка (8), который размещается в верхнем бьефе. Это делается с той целью, чтобы поплавок (9), размещенному в нижнем бьефе, не требовалось преодолевать усилия для поднятия поплавка, размещенного в верхнем бьефе.

Размещая поплавки (9) на разных горизонтах (в верхнем и нижнем бьефах), одновременно, задают и величину перепада, которая не является постоянной, т.к., при снижении горизонта воды в нижнем бьефе, вода из верхнего бьефа будет забираться до тех пор, пока уровень в нижнем бьефе не достигнет заданной величины. Принцип работы этой системы аналогичен рассмотренному случаю для верхнего бьефа. То же самое можно сказать, когда необходимо управлять верхним бьефом и УГВ. Компоновка регулятора для управления уровнями воды в верхнем бьефе и УГВ аналогична выше описанной, но в конструкцию добавляются колодец (20), водовод (22) и колодец-поглотитель грунтовых вод (21). Колодец (20) не сообщается с уровнем воды в верхнем бьефе. Равноплечий рычаг (15) меняет положение оси вращения (16). Принцип работы остается неизменным. Необходимо учитывать, что при снижении уровня воды в канале до положения (2) дроссельного затвора (1), поплавков (9), который размещен в верхнем бьефе, содействует закрытию затвора и созданию определенного "мертвого" горизонта, способствующего экономному использованию воды. Применение дроссельного затвора с горизонтальной осью вращения, не разделенной на две части нижней его половины, позволяет уменьшить потери воды через уплотнения, т.к. в предложенной конструкции уплотнение едино для всего затвора, включая сегментную часть, в то время как у прототипа на щитке перекрывающем окно, оно выполнено раздельно. Кроме того, наличие плоскости, изготовленной в виде крыла и установленной шарнирно на сегментной нижней части дроссельного затвора, позволяет использовать динамическое воздействие потока при открытии затвора, что приводит к уменьшению рабочего объема поплавка и уменьшению металлоемкости конструкции. Положительный эффект достигается в связи с расширением как диапазона автоматического управления уровнями воды в верхнем, нижнем бьефах, перепадами уровней, а также уровнями грунтовых вод на мелиорируемых землях.

Дроссельный затвор с горизонтальной осью вращения имеет лучшие эксплуатационные характеристики (доступность узлов, надежность, сниженные издержки). Многоступенчатый затвор (рис. 11.5) содержит последовательно соединенные детали: основу (1), на которой шарнирно крепится дроссельный затвор (2), имеющий смещенную вертикальную ось (3), на правой части дроссельного затвора (2) устанавливается затвор (4) со смещенной вертикальной осью вращения (5), на правой части затвора (4) - устанавливается следующий затвор (6) со смещенной вертикальной осью вращения (7) и наконец на правой части затвора (7) монтируется меньший затвор (8) с вертикальной осью вращения (9).

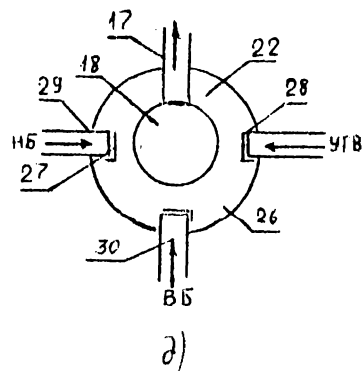
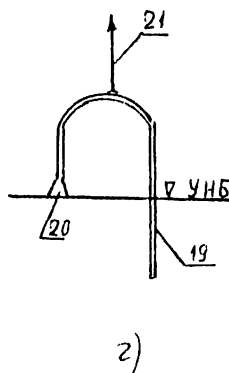
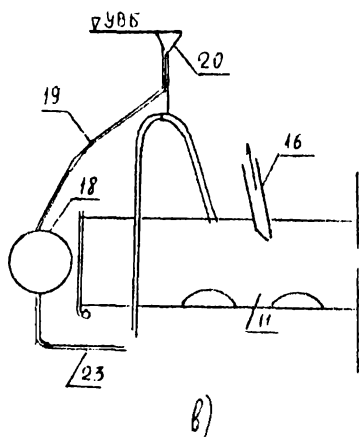
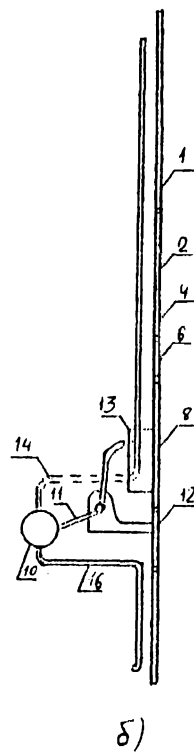
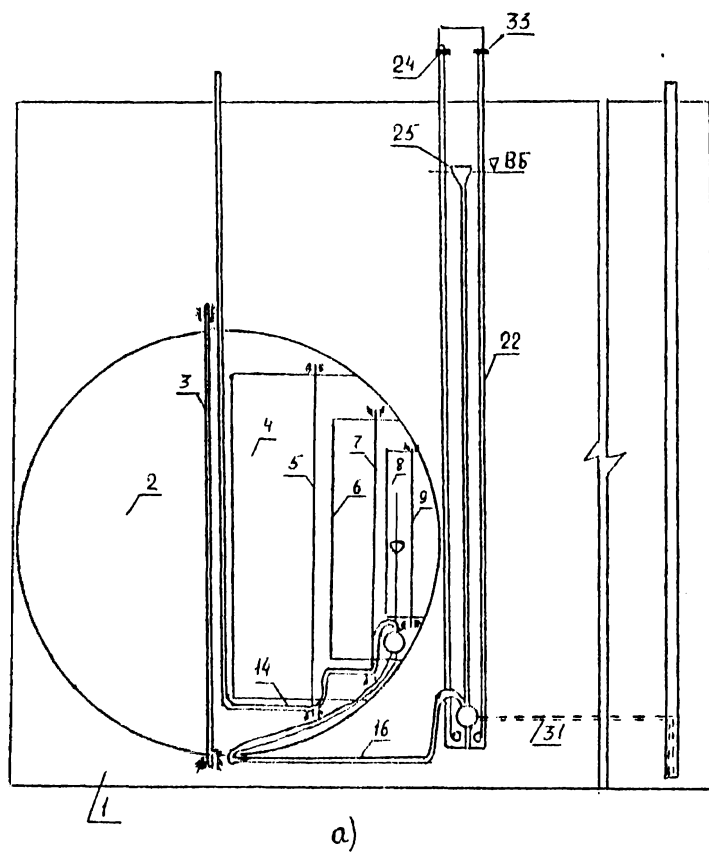


Рис.11.5 Конструктивная схема многоступенчатого затвора: а - общий вид; (б) и (в) - схемы оборудования колодцев управления; г - эжекторное устройство; д - схема подключения к колодцу управления (обозначения даны по тексту).

К затвору (7), в нижней части, крепится жестко опора (10), к которой шарнирно крепится рычаг (11), на одном конце которого жестко закреплена герметичная емкость (12), а второй конец свободно перемещается по направляющей (13) малого затвора (8), при этом, направляющая (13) жестко крепится к левой части затвора (8). Емкость (12) соединяется при помощи гибкого патрубка (14) с трубопроводом (15), служащим для подачи воздуха в емкость. К нижней части емкости (12) крепится гибкий патрубок (16), который соединяет емкость (12) с эжекторным устройством (17). В свою очередь, на входе эжекторного устройства (17) устанавливается клапан (18), выполненный в виде емкости, которая соединяется при помощи патрубка (19) с конусным входом (20), который при помощи тяги (21) крепится к колодцу управления (22). К нижней части клапана (18) крепится гибкий патрубок (23), соединяющий его с эжектором (17). Колодец управления (22), в верхней части, имеет стопорные болты (24) для закрепления тяг (25), дроссельных заслонок (26), (27), (28), которые смонтированы на патрубках (29), (30), (31), соединяющих, соответственно, колодец (22) с уровнем воды в нижнем бьефе, верхнем и с колодцем-поглотителем грунтовых вод (32).

Многоступенчатый затвор работает следующим образом. В начальный период устанавливается необходимый уровень регулирования (в зависимости от сезона выбирается управляющий параметр). Обычно, в весенний период управление осуществляется по верхнему бьефу, в весенне-летний - по УГВ и в осенне-зимний - по нижнему бьефу. При помощи стопорного устройства (24), которое установлено в колодце управления (22), закрепляется одна из трех тяг (25), соединяемая шарнирно с дроссельными заслонками (26), (27), (28) в положении, соответствующем открытию дроссельной заслонки (26), а остальные (27) и (28) - соответствующем закрытию. Так как выбран верхний бьеф управления, то конусный вход (20) настраивается на требуемый горизонт управления и при помощи тяги (21) он фиксируется в требуемом положении. В случае, когда уровень в верхнем бьефе повысится, вода, через патрубок (30) и дроссельную заслонку (26), поступает в колодец управления (22) и, переливаясь через верх конуса (20), поступает по гибкому трубопроводу (19) в полость клапана (18). Под действием силы тяжести (веса клапана и воды, находящейся в его полости), клапан (18), поворачивается вокруг оси (21) и открывает вход в эжекторное устройство (17). Поток, проходя по эжектору, содействует отсасыванию воды, как из полости клапана (18), так и из полый емкости (12), которая, по мере опорожнения под действием выталкивающей силы, всплывает, а так как полая емкость (12) жестко соединена с рычагом (11), то он поворачивается вокруг шарнирной оси, толкает направляющую (13), жестко прикрепленную к малому затвору (8), с поворотом последнего вокруг оси (9) и открытием входа в водовод. Если уровень повысился

незначительно, то при открытии одного затвора происходит сброс определенного количества воды, со снижением уровня воды во времени. Если приток воды значителен, то при открытии затвора (8) уменьшается давление на правую часть затвора (6) и, вследствие этого, он поворачивается вокруг оси (7). Если кривая спада не понизилась, то открывается, на определенную величину, затвор (4) под действием изменившихся гидростатических и гидродинамических сил (11). Если, в этом случае, кривая спада не снизилась, то затвор (2) поворачивается вокруг оси (3), в связи с уменьшением усилия, действующего на правую его часть. Как только уровень снизился и вода не переливается через конусный вход, то под действием эжекции вода из полости клапана (18) отсасывается и он, всплывая, поворачивается вокруг оси и закрывает вход в эжектор. После закрытия входа в эжектор прекращается отсос воздуха из поллой емкости (12) и она заполняется водой, которая поступает с нижнего бьефа через эжектор (17) и трубопровод (16). Поллая емкость (12), опускаясь вниз, закрывает с помощью рычага (11) малый затвор (8). Как только затвор (8) закрылся, происходит ступенчатое закрытие каждого следующего затвора. При такой последовательности работы, исключается возможность гидравлического удара в водоводе. В том случае, когда необходимо управлять уровнем воды в нижнем бьефе, закрываются дроссельные заслонки (26) и (28) и открывается (27), конусный вход (20) устанавливается, как показано на рис. 11.5, воронкой вниз и закрепляется при помощи тяги (21) в необходимом положении. Вода, в этом случае, закрывает вход и с нижнего бьефа не может войти в полость клапана (18) до тех пор, пока уровень не снизится. Как только уровень понизится, вода заполняет полую часть клапана (18) и, как в предыдущем случае, происходит открытие эжектора (17), а, затем, отсасывается вода из поллой емкости (12) и осуществляется открытие затворов (2...8). При повышении уровня воды в нижнем бьефе, она из поллой камеры клапана (18) отсасывается, при этом, поднимается уровень воды в конусном входе (20), но так как объем его значительно больше, чем поллой части клапана (18), то и отсос воды из полости клапана (18) происходит быстрее и он всплывает, закрывая вход в эжектор. Дальнейший процесс закрытия происходит по выше описанной схеме.

В том случае, когда необходимо управлять УГВ, закрывают дроссельные заслонки (26) и (27), а открывают - (28). Работа затвора происходит как при регулировании по верхнему бьефу.

Экспериментальные исследования представленного многоступенчатого затвора показали высокую точность поддержания эксплуатационных горизонтов, т.е. порядка $\pm(2...3)$ мм, что значительно выше, чем у других конструкций затворов. Значительно лучше работает затвор при различных режимах затопления и перепадах.

Ступенчатое включение затвора значительно улучшает динамику потока на выходе сооружения (исключается гидравлический удар в водоводе, отсутствует размыв за сооружением).

Перспективным является и предлагаемое нами устройство регулирования влажно-

сти почвы (рис. 11.6), которое содержит последовательно соединенные датчики влажности, состоящие из корпуса (1), который представляет собой цилиндр, закрытый сверху и открытый снизу. В верхней части корпуса (1) устанавливается патрубок (2), а внутри корпуса (1) жестко по центру - крепится фильтрующее устройство (3), которое препятствует заилению внутренней полости. Патрубок (2) соединяется с эластичной камерой (4), которая устанавливается в жестком стакане (5), при этом, дно эластичной камеры (4) жестко крепится к днищу стакана (5), верх эластичной камеры (4) жестко скреплен с подвижным диском (6), который оборудован ниппелем (7), соединенным с эластичной камерой (4), а последняя имеет кран (8) для регулирования подачи воздуха. Подвижный диск (6) шарнирно связан с тягой (9), которая также шарниром (10) связана с коромыслом (11), имеющим ось вращения (12). К коромыслу (11), с одной стороны, крепится клапан срыва вакуума (13), а с другой, при помощи шарнира (14) - крепится тяга (15) дроссельной заслонки (16). Клапан срыва вакуума (13) устанавливается в гнездо (17), которое жестко крепится на сифоне (18). Сифон (18) соединяется с дроссельной заслонкой (16), которая соединена с эжектором (19), установленным в трубопроводе (20). Эжектор (19), при помощи воздуховода (21), соединяется с патрубком (22), который устанавливается в верхней части сифона (17). Сифон (17) оборудован колодцами гашения энергии (23), (24), которые служат и для поддержания сифона (17) в рабочем состоянии, т.е. не допускают поступления воздуха через входное и выходное отверстия.

Устройство работает следующим образом. В начальный период, при помощи приборов измеряют текущую влажность почвы. Если замеренная влажность соответствует требуемым нормам для выращивания сельскохозяйственных культур, то при помощи крана (8) и ниппеля (9) накачивают воздух в эластичную камеру до тех пор пока клапан (13) на одну треть части не перекроет отверстие в гнезде (17) сифона (18). Назначение крана (8) и ниппеля (9) - задавать начальную влажность почвы, в зависимости от высеваемых культур; дальнейшее управление почвенными влажностями осуществляется автоматически.

В случае, если влажность почвы увеличилась, капиллярная вода, расположенная в монолите почвы внутри корпуса, испытывает давление грунтовых вод и стремится вытеснить воздух из пор грунта монолита, который, в свою очередь, содействует увеличению давления воздуха внутри корпуса (1); повышенное давление воздуха по трубопроводу (2) передается в эластичную камеру (4), которая увеличивается в объеме, а так как днище эластичной камеры (4) жестко прикреплено к стакану (5), то и он будет увеличиваться в объеме. Поднятие верха эластичной камеры (4) приведет в действие тягу (9), которая шарнирно соединена с подвижным диском (6) и коромыслом (11). Коромысло (11), поворачиваясь вокруг своей оси (12), закроет клапан срыва вакуума (13) и, в то же время, откроет при помощи тяги (15) дроссельную заслонку (16). Вода с верхнего бьефа поступит в трубопровод (20), в котором установлен эжектор (19), а последний, в результате прохождения потока, будет отсасывать воздух из полости сифона (18). В результате такой работы произойдет зарядка сифона (18) и вода из верхнего бьефа начнет сбрасывать

ся в нижний, где в колодце (23) будет осуществляться гашение энергии выходящего потока.

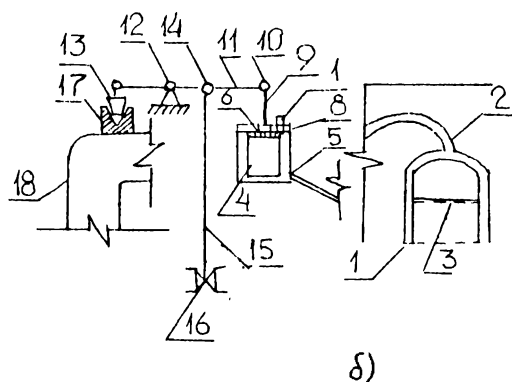
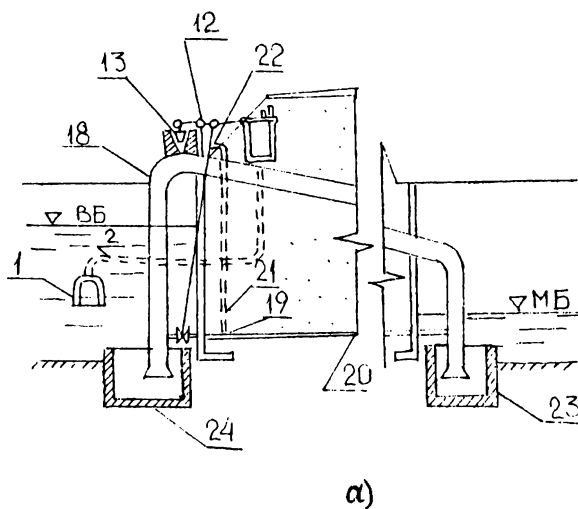


Рис.11.6 Конструкция устройства для регулирования влажности почвы: а - общий вид; б - схема работы и управления (обозначения даны по тексту).

Как только уровни воды в канале снизятся, произойдет снижение УГВ, что, в свою очередь, приведет к снижению зоны капиллярного подпитывания, а это повлияет на величину давления воздуха внутри корпуса (1). В этом случае, начнется обратный процесс. Воздух из корпуса (1) будет всасываться в монолит грунта, размещенного внутри него.

По мере возрастания разряжения, воздух из эластичной камеры (4) будет, как бы, отсасываться почвой, в результате этого эластичная камера (4), под действием вакуума и силы тяжести подвижного диска (6), будет снижаться в стакане (5), что приведет к повороту коромысла (11) вокруг оси вращения (12), т.к. он связан шарнирно, при помощи тяги (9), с подвижным диском (6). При опускании правой части коромысла (11) вниз, левая его часть поднимается вверх, значит клапан срыва вакуума (11) тоже поднимается вверх и воздух поступает через образовавшееся отверстие в полость сифона (18). В результате, происходит срыв вакуума и сифон выключается из работы. В это же время, дроссельная заслонка (16), под давлением коромысла и ее тяги (15), перекрывает трубопровод (20) и эжектор (19) также выключается из работы. В случае повышения уровня, процесс повторяется.

Конечно, на сегодня учеными и инженерами разработаны и испытаны сотни регуляторов-гидроавтоматов и технических схем мелиоративных систем самого различного назначения. Для каждого из них характерны свои принципы работы и диапазоны применения. Однако, для сооружений гидромелиоративных систем должны быть присущи надежность, высокая маневренность в управлении режимами гидромелиораций, низкая материалоемкость, природозащитный, природовосстановительный характер и комплексный характер реализуемых воздействий на природный комплекс страны.