

### Лекция 3. Регулирующая осушительная сеть.

1. Типы водного питания.
2. Методы осушения.
3. Способы осушения.
3. Состав и назначение элементов осушительной системы.
4. Назначение регулирующей сети осушительной системы.
5. Виды регулирующей сети осушительной системы

#### 1. Типы водного питания

Под типом водного питания (ТВП) понимают пути поступления воды на переувлажненные земли, зависящие от климатических, геологических, гидрогеологических, почвенных условий объекта. Этими условиями определяются основные составляющие водного баланса, вызывающие переувлажнение земель.

По классификации, данной А. Д. Брудастовым, выделяют следующие типы водного питания земель: атмосферный, грунтовый (безнапорный), грунтово-напорный, склоновый (делювиальный), намывной (аллювиальный), смешанный (сочетание двух или нескольких приведенных выше типов). Иногда выделяют оросительный тип, результатом которого является избыток воды на объекте из-за неумеренного полива земель.

В связи с тем, что в природных условиях отделить один тип водного питания от другого сложно, определяющими являются процессы, преимущественно формирующие водный баланс (приход – расход воды) объекта. Например, атмосферные осадки накладываются на другие типы водного питания. Однако доля их по сравнению с другими может быть незначительной, а основной причиной переувлажнения являются другие ТВП. Правильное установление типа водного питания на объекте при изысканиях имеет большое значение. От него зависит выбор методов и способов осушения земель, а также требуемая конструкция осушительной системы.

При *атмосферном* ТВП основным источником избыточной влаги являются атмосферные осадки, выпадающие непосредственно на переувлажненную территорию. Этот ТВП характерен для земель, расположенных на плоских водоразделах, в верхних частях склонов с малыми уклонами поверхности земли и слабоводопроницаемыми почвами. Грунтовые воды обычно находятся глубоко и не имеют связи с верхними слоями почвы.

При *грунтовом водном питании* характерно высокое стояние уровня воды в грунте, препятствующее обработке земель и выращиванию сельскохозяйственных культур. В зависимости от того, как сформированы грунтовые воды на объекте, выделяют три подтипа этого водного питания.

Первый – приток грунтовых вод со смежных площадей. Поток грунтовых вод формируется за пределами объекта и, перемещаясь к нему, вызывает подъем уровней, способствуя переувлажнению территории.

Второй подтип – приток грунтовых вод из водохранилищ, рек при высоком стоянии в них уровней воды, препятствующих оттоку грунтовых вод с переувлажняемой территории. Такой подтип образуется в результате искусственного подъема уровня воды в водотоках и водоемах. Такими водами питаются также переувлажненные равнинные территории, расположенные около естественных водоемов.

К третьему подтипу относят водное питание от бассейна грунтовых вод. Оно присуще равнинным территориям, сложенным водопроницаемыми грунтами, которые с небольшой глубины подстилаются водоупорами. В пределах территории бассейн грунтовых вод формируется за счет инфильтрации атмосферных осадков через водопроницаемые грунты. Вода, достигая водоупора, приводит к повышению грунтовых вод до глубины, при которой усложняется ведение сельскохозяйственных работ. Положение грунтовых вод в значительной степени определяется водопотреблением растений, поэтому поверхность грунтовых вод иногда копирует поверхность земли. Переувлажненные земли с бассейном

грунтовых вод чаще представлены песками, низинными торфяниками, реже переходными и верховыми болотами. На верховых болотах и возвышениях основным

При *грунтово-напорном* питании на переувлажненную территорию воды поступают по водоносному пласту, заключенному между слабо-водопроницаемыми грунтовыми слоями. Отличительным признаком напорного водного питания является наличие связи пьезометрического уровня грунтовых вод с геологическим строением грунтов.

Выделяют три подтипа грунтово-напорного водного питания. При первом подтипе напорные воды выходят на поверхность в виде восходящих родников через «окна», образующиеся в водоупорах. Если на верхнем водоупорном слое имеется переувлажненный слой с грунтовым водным питанием, то он может подпитываться за счет напорных вод через слабопроницаемую толщу. Третий подтип характеризуется переувлажнением слабОВОДПРОНИЦАЕМЫХ почвогрунтов за счет капиллярного поднятия под напором грунтовых вод.

Переувлажнение земель при *склоновом* ТВП (намывное делювиальное) происходит в результате поступления поверхностных вод со склонов водосбора, примыкающего к объекту осушения. Такое водное питание имеют заболоченные земли на склонах, сложенных слабОВОДПРОНИЦАЕМЫМИ грунтами.

Если переувлажнение земель вызвано затоплением паводковыми водами, выходящими из берегов рек и озер, то такое водное питание называется *намывным аллювиальным*. Подобный ТВП характерен для речных и озерных пойм.

На территории Беларуси можно выделить два крупных региона с различающимися типами водного питания. На Полесье, имеющем равнинный рельеф, преобладает грунтовое водное питание, а глинистые, суглинистые почвы Витебской и Северной части Минской областей чаще переувлажняются за счет атмосферных осадков.

## 2. Методы осушения

Под **методом осушения** земель понимают основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в оптимальный для их хозяйственного использования.

Известны следующие **основные методы осушения**:

1) ускорение стока поверхностных вод на территориях с атмосферным водным питанием. Этот метод применим на почвах тяжелого гранулометрического состава на плоских водоразделах, пологих склонах;

2) понижение уровня грунтовых вод при грунтовом и понижении пьезометрического уровня при грунтово-напорном водном питании почв. Требуемое понижение уровня грунтовых вод достигается в основном на почвах легкого гранулометрического состава и на торфяно-болотных почвах;

3) перехватывание поверхностных и грунтовых вод, поступающих со смежных водосборов и водоемов, которые подтапливают территории в весеннее и летнее время. Такие меры применяют при делювиальном типе водного питания;

4) обвалование территорий. Оно предназначено для защиты земель от длительного затопления весенними или летними паводками при аллювиальном типе водного питания;

5) комбинированный метод. Он выбирается в случаях, когда переувлажненные земли имеют несколько типов водного питания.

Переувлажнение территории вызывается, как правило, несколькими типами водного питания. Характерными из них для Беларуси являются атмосферное и грунтовое, атмосферное и делювиальное и т. д. В соответствии с типами водного питания выбирают и методы осушения.

## 3. Способы осушения

Под **способом осушения** понимается конструктивное исполнение метода осушения.

Способ осушения земель – совокупность конкретных гидротехнических, гидромелиоративных, агро-мелиоративных, агротехнических и других мероприятий, ликвидирующих причины заболачивания земель и создающих в корнеобитаемом слое

почвы оптимальный водно-воздушный режим.

При выборе или разработке способа осушения необходимо учитывать его экономичность, экологическую безопасность и возможность технического исполнения.

В зависимости от принятых методов осушения на одном объекте, как правило, применяются обычно два и более способа осушения в различных сочетаниях.

**Наиболее распространенными способами осушения** применительно к изложенным выше методам осушения являются:

1) закрытые собиратели, открытые осушительные каналы, системы ложбин стока, сооружений, которые позволяют ускорить поверхностный сток и удалить избыточную воду из пахотного слоя почвы;

2) закрытый и открытый горизонтальный дренаж, вертикальный дренаж, дренаж с самоизливающимися скважинами и ряд других устройств, позволяющих понизить уровни грунтовых вод до расчетных норм осушения;

3) оградительная сеть. Она устраивается по периферии осушаемого массива у подошвы склонов или вдоль водоемов;

4) польдерные системы. В данном случае одним из главных элементов мелиоративной системы являются дамбы, устраиваемые вдоль водотоков (водоемов) и предотвращающие затопление территории паводковыми водами;

5) комбинированный способ. Сочетает в себе несколько ранее названных способов. Наиболее часто эта комбинация состоит из закрытого дренажа, оградительной сети, других сооружений (колодцы-поглотители, ложбины стока и др.), повышающих эффект осушения земель.

**Главным требованием, предъявляемым к способу осушения,** является обеспечение условий для расширенного воспроизводства почвенного плодородия в соответствии с экологическими ограничениями и особенностями осушаемых почв.

- При обосновании способа осушения должны учитываться также возможные чрезвычайные обстоятельства (например, наводнения на Полесье).
- При выборе способа осушения оцениваются возможные объемы сброса воды.
- Мелиоративная сеть и сооружения на ней должны содействовать ускорению пропуска паводковых вод и ликвидации затопления территории в установленные сроки.
- Путем подбора соответствующих способов осушения в зоне радиоактивного загрязнения можно значительно уменьшить поступление радионуклидов в растениеводческую продукцию до допустимых уровней.
- Разрабатывая способы осушения, желательно проводить оценку запасов водных ресурсов не только в пределах данного объекта, но также и на всем водосборе, где расположен этот объект.
- Выполняют это для того, чтобы рационально использовать водные ресурсы, создавая необходимые запасы воды для бытовых, технических нужд и для обеспечения растений влагой в засушливые периоды, исключая излишний сброс воды за пределы мелиорируемых территорий.

Технические решения, принимаемые при проектировании осушительных систем, зависят от конкретных почвенно-климатических, гидрологических и геологических условий

Качественное регулирование водного режима почв достигается, как правило, комплексом приемов. В этот комплекс могут входить инженерные сооружения и устройства, агро-мелиоративные, культуртехнические, природоохранные мероприятия и ряд других операций, позволяющих достичь поставленной цели при осушении земель.

#### **4. Состав и назначение элементов осушительной системы**

Комплекс сооружений, предназначенных для сброса излишков воды с целью улучшения водного режима почв, называется **осушительной системой**.

При проектировании осушительных систем следует устанавливать причины

избыточного увлажнения территории и размер каждой из составляющих водного баланса во время весеннего, летне-осеннего, дождевого паводков и в посевной период.

Способы осушения и конструктивные решения осушительных систем должны обеспечивать создание на осушаемом массиве необходимого водно-воздушного режима почв для эффективного производства сельскохозяйственных культур.

Осушительные системы должны проектироваться на основе результатов топографо-геодезических, почвенно-мелиоративных, геоботанических, культуртехнических, агроэкономических, гидрологических, мелиоративно-гидротехнических, инженерно-геологических, гидрогеологических и природоохранных изысканий и, при необходимости, специальных исследований. Проектирование осушительных систем при отсутствии или недостаточности материалов и опытных данных инженерных изысканий не допускается.

В состав осушительной системы входят следующие элементы: регулирующая сеть; проводящая сеть; оградительная сеть; водоприемник; гидротехнические сооружения; дорожная сеть; полезащитные лесные полосы; специальные сооружения и устройства.

*Регулирующая сеть* предназначена для сбора поверхностных и грунтовых вод, переувлажняющих участков, с целью улучшения водно-воздушного режима осушаемых почв. Она может состоять из закрытой и открытой сети, ложбин стока, поглотительных устройств и др.

*Проводящая сеть* необходима для приема воды из регулирующей сети и транспортирования ее в водоприемник (более крупную гидрографическую сеть). К проводящей сети относят магистральные каналы, транспортирующие собиратели, коллекторы.

*Оградительная сеть* проектируется, чтобы защитить земли от поступления на них поверхностных и грунтовых вод со смежных территорий. В качестве оградительной сети служат ловчие, нагорно-ловчие, береговые каналы или дрены.

Важным элементом осушительной системы является *водоприемник*, который принимает воду со всей осушаемой площади. Чтобы осушительная система функционировала в установленном режиме, необходимы также *гидротехнические сооружения* (трубы-переезды, трубы-регуляторы, мосты, колодцы смотровые, поглотители и др.).

Дороги проектируют на всех мелиоративных объектах с целью обеспечения связи мелиорируемых территорий с хозяйствами, полями севооборотов.

*Полезащитные лесные полосы* служат для защиты полей от водной и ветровой эрозии. Они необходимы также для улучшения среды обитания животных, создания благоприятного микроклимата на объекте.

В некоторых случаях в дополнение к осушительной части предусматривают устройство дамб обвалования, защищающих территории от затопления паводковыми водами.

Обвалование осушаемого массива оградительными дамбами (устройство польдеров) необходимо применять:

- в поймах рек, подверженных затоплению весенними и летне-осенними паводками на сроки, превышающие допустимые для данного вида сельскохозяйственного использования земель;

- на приозерных заболоченных низменностях и на затапливаемых территориях, примыкающих к водохранилищам, для ликвидации зон мелководья.

Осушительные системы без устройства оградительных дамб с откачкой воды насосом следует применять:

- на безуклонных территориях и при осушении замкнутых западин (во избежание строительства глубоких проводящих каналов);

- на участках вдоль насыпей железных и автомобильных дорог (при экономической нецелесообразности переустройства существующих водопропускных сооружений).

К *специальным сооружениям* относят здания, пруды, водоемы. В эту категорию

включены также береговые сооружения, створы наблюдательных колодцев и другие конструкции для нужд эксплуатации.

Осушительная система может быть *самотечной* и *с механическим отводом* избыточной воды с осушаемой территории. В самотечной осушительной системе излишки воды удаляются самотеком, начиная от регулирующей сети и заканчивая сбросом ее из проводящей сети в водоприемники. Эти системы иногда называют системами одностороннего действия. При механическом отводе излишки воды собираются в специальные водосборники, из которых откачивают воду с помощью водоподъемных установок.

Самотечными системами очень сложно выполнить основную функцию гидромелиораций – регулирование водного режима почв. На большинстве таких систем вода сбрасывается в водоприемник даже в те периоды, когда ее не хватает растениям. Поэтому осушительные системы желательно реконструировать с целью придания им возможности подачи воды на поле к растениям в периоды недостатка влаги. Такие системы называют осушительно-увлажнительными, реже – системами двустороннего действия. Первой задачей этих систем является осушение, а второй, но не менее важной – увлажнение корнеобитаемого слоя почвы в засушливые периоды.

Тип осушительной системы с самотечным отводом воды или ее откачкой насосами должен выбираться в зависимости от требований охраны окружающей природной среды и гидрологического режима водоприемника.

В определенных условиях хорошо зарекомендовали себя водооборотные мелиоративные системы. Главным их достоинством является рациональное использование водных ресурсов: сбор и возврат на поле отведенной в периоды осушения воды для последующего увлажнения земель в периоды засух, а также сокращение сброса загрязненных вод в водоприемники.

Если переувлажненные почвы подстилаются хорошо водопроницаемыми грунтами, можно устраивать вертикальный дренаж. Первые экспериментальные системы в Беларуси на Полесье подтвердили его эффективность и целесообразность при соответствующих гидрогеологических условиях.

Кроме перечисленных мелиоративных систем сельскохозяйственного назначения проектируют и строят системы, предназначенные для борьбы с подтоплением городских и промышленных площадок, для осушения специальных территорий – стадионов, аэродромов, дорожных полотен и других хозяйственных объектов.

## **5. Назначение регулирующей сети осушительной системы**

Задача регулирующей части осушительной системы сводится к поддержанию влажности почвы или уровня грунтовых вод в пределах параметров принятого режима осушения.

Регулирующая сеть должна поглотить из почвы избыточную воду, накопившуюся в ней сверх оптимальных пределов влажности или сверх безопасного диапазона изменения уровня грунтовых вод (нормы осушения) в допустимые сроки освобождения расчетного слоя почвы и отвести ее в проводящую осушительную сеть. Это количество воды, которое не удерживается в почве капиллярными силами, называется водоотдачей почвы.

Отвод поверхностных вод и понижение уровня грунтовых вод на осушаемом массиве должны обеспечиваться регулирующей сетью в следующие расчетные периоды:

- от прохождения пика весеннего паводка до начала полевых работ;
- от прохождения пика весеннего паводка до начала вегетации трав (для сенокосов и пастбищ);
- в период прохождения летне-осенних паводков и уборки урожая.

Состав элементов регулирующей сети осушительной системы различен при различных методах осушения. Пути, по которым вода поступает в регулирующую сеть, определяют принцип ее действия.

При осушении методом ускорения поверхностного стока регулирующая сеть должна собрать воду с поверхности осушаемой территории и довести ее до проводящей сети. Также известно, что сток воды по поверхности возможен только в том случае, если она имеет некоторый уклон. Поэтому первоначальным элементом регулирующей сети здесь является спланированная с уклоном поверхность, а вторым – проложенная по всем тальвегам сеть канав, ложбин, борозд и т. д.

При осушении методом ускорения стока по пахотному слою и методом ускорения внутреннего стока регулирующая сеть должна вызывать движение гравитационной воды в насыщенных до полной влагоемкости водопроницаемых слоях почвы. Очевидно, что для этого необходимо создать в осушаемом слое систему полостей, свободных от гравитационной воды и расположенных на определенной глубине и определенном расстоянии друг от друга. В этом случае между уровнем гравитационной воды в осушаемом слое почвы и уровнем воды в этих полостях образуется гидравлический уклон, а в соответствии с законом Г. Дарси происходит движение гравитационной воды в направлении к осушаемым полостям, являющимся основным элементом регулирующей части осушительной системы.

Таким образом, различают два принципа действия регулирующей сети: собирательный и дренажный (или осушительный) (рис. 5.2). При собирательном принципе действия сток воды формируется в основном по поверхности почвы или по пахотному слою. В таких условиях вода поступает в открытую сеть по откосам каналов, а в закрытую – через траншейную засыпку или по специальным устройствам, обеспечивающим связь подземной полости с поверхностными водами. Собирательный принцип действия характерен для почв атмосферного водного питания, имеющих низкую водопроницаемость, например тяжелого гранулометрического состава. В таких условиях доля поверхностного стока достигает 85–90 % от общего его объема и только 10–15 % воды поступает в регулирующую сеть по порам в грунте (рис. 5.2 б).

Дренажный (осушительный) принцип действия присущ регулирующей сети на легких почвах и торфяниках, на которых имеет место грунтовое или грунтово-напорное водное питание. Здесь вода в регулирующую сеть поступает по порам грунта (рис. 5.2 а). В таких условиях объем стока грунтовых вод преобладает над поверхностным.

Выбор конструкции регулирующей сети в конкретных природных условиях должен быть обоснован водно-балансовыми расчетами, опытом эксплуатации существующих осушительных систем или специальными исследованиями.

## **6. Виды регулирующей сети осушительной системы**

В зависимости от конструкции, расположения на местности, гидрогеологических условий, типов водного питания и других природных характеристик *регулирующую сеть подразделяют на следующие виды.*

1. По отношению к направлению движения грунтовых и поверхностных вод регулирующая сеть бывает продольной и поперечной. Продольную сеть располагают вдоль направления движения, а поперечную – поперек направления движения воды (рис. 5.3, а, б).

2. По конструкции регулирующая сеть может быть открытой и закрытой. Открытая сеть устраивается в виде каналов, ложбин, борозд, а закрытая – в виде полостей, располагаемых на определенной глубине под слоем грунта.

Регулирующая сеть должна быть, как правило, закрытой. Закрытая регулирующая сеть является обязательным элементом осушения под полевые и овоще-кормовые севообороты, технические культуры, сады, пастбища.

3. В зависимости от характера поступления воды в регулирующую сеть ее делят на сеть совершенную и несовершенную по характеру вскрытия водоносного пласта. Если грунтовые и поверхностные воды поступают равномерно по всему периметру (этим отличается идеальная дрена), такую сеть называют совершенной (рис. 5.3 в). Если же часть контура сети

имеет водонепроницаемые или слабопроницаемые промежутки (кольматаж, наличие водонепроницаемых поверхностных труб, несовершенные фильтры), вызывающие сопротивление движению воды, то такая сеть называется несовершенной по характеру вскрытия водоносного пласта (рис. 4.3 г).

4. По расположению к водоупору регулирующую сеть разделяют на совершенную и несовершенную по степени вскрытия водоносного пласта. Совершенная регулирующая сеть перерезает весь водоносный пласт и достигает водоупора (рис. 4.3 д, е, ж), а несовершенная располагается выше водоупорного пласта (рис. 4.3 в, з, з).

5. По отношению к поверхности земли регулирующую сеть могут располагать в горизонтальной или вертикальной плоскостях. Горизонтальная регулирующая сеть прокладывается (условно) параллельно поверхности земли (рис. 4.3 в, г, д, е, з), а вертикальная – перпендикулярно (рис. 4.3 ж).

Из-за несовершенства сети по характеру вскрытия водоносного пласта, а также в связи с тем, что часть объема воды в регулирующую сеть поступает по ненасыщенной зоне (области над уровнем грунтовых вод), всегда, даже при дренажном принципе действия, имеет место превышение уровня воды, высачивающейся (выклинивающейся) на откосе канала (в придренной области), над уровнем в регулирующей сети.

Глубину заложения закрытой и открытой регулирующих сетей необходимо определять в зависимости от требуемой нормы осушения с учетом водопроницаемости грунтов по глубине осадки и сработки торфа.

Минимальную глубину заложения закрытой и открытой регулирующей сети, как правило, следует принимать в минеральных грунтах равной 1,1 м, в торфяных (после осадки) – 1,3 м. Увеличение глубины заложения закрытой и открытой регулирующей сети более 1,5 м должно быть обосновано.