

Лекция 5. РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

1. Состав и назначение элементов осушительной системы.
2. Назначение регулирующей сети осушительной системы.
3. Виды регулирующей сети осушительной системы.

1. 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; полевые защитные лесные полосы; специальные сооружения и устройства (рис. 5.1).

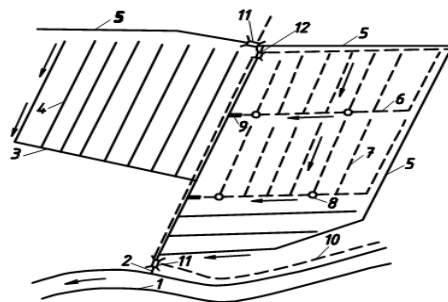


Рис. 5.1. Примерная схема осушительной системы:

- 1 – река-водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – открытый коллектор; 4 – открытые осушители; 5 – нагорно-ловчий канал;
- 6 – закрытый коллектор; 7 – закрытые дренажи; 8 – смотровой колодезь;
- 9 – устьевое сооружение; 10 – дорога; 11 – мост; 12 – труба-переезд

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.

Полезационные 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.

2. 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.

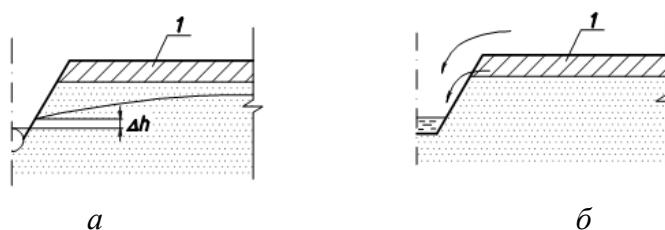


Рис. 5.2. Принципы действия регулирующей сети:
а – дренажный; б – собирательный; 1 – пахотный горизонт

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

3. 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.

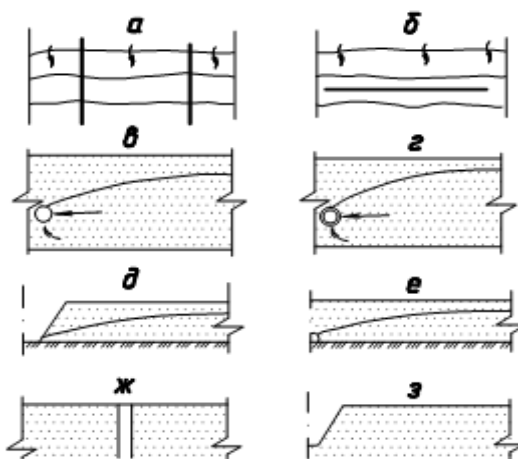


Рис. 5.3. Виды регулирующей сети

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. 5.3 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. 5.3 д, е, ж), а несовершенная располагается выше водоупорного пласта (рис. 5.3 в, г, 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. 5.3 в, г, д, е, з), а вертикальная – перпендикулярно (рис. 5.3 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 придренированной области), над уровнем в регулирующей сети (см. рис. 2.4, а;

Δh – высота выклинивания грунтовых вод на откосе канала).

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.

Открытая регулирующая сеть. Открытую регулирующую осушительную сеть применяют при всех типах водного питания. Это наиболее простой и дешевый способ осушения болотных и избыточно увлажненных минеральных почв. Открытой сетью осушают естественные сенокосы, пойменные затопливаемые земли, леса, торфяные месторождения, а также почвы с большим содержанием закисного железа в грунтовых водах (более 14 мг/л).

Недостатками осушения открытыми каналами являются низкий коэффициент земельного использования (до 0,85–0,90), затруднения в механизированной обработке почвы, необходимость в строительстве значительного количества переездных сооружений и др. На территории со сложным рельефом и при уклонах местности более 0,001 осушение каналами малоэффективно и не рекомендуется.

Поперечное сечение открытых осушителей и собирателей принимается трапециевидной формы. Коэффициенты заложения откосов для торфа, глин, тяжелых суглинков – 1,0–1,25; легких суглинков, супесей – 1,25–1,50; песков крупно- и мелкозернистых, пылеватых – 1,5–2,0. Ширина по дну – 0,4–0,6 м (рис. 5.5).

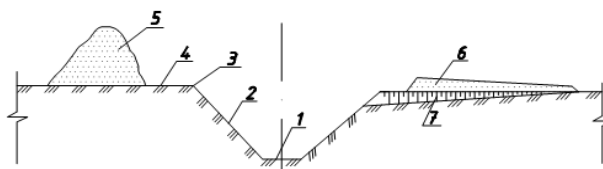


Рис. 5.5. Поперечное сечение канала:

1 – дно; 2 – откос; 3 – бровка; 4 – берма;

5 – неработанный кавальер; 6 – разравненный кавальер; 7 – воронка

На плане регулирующую сеть необходимо располагать по возможности под острым углом к горизонталям (гидроизогипсам), а также стремиться к параллельному расположению каналов по отношению друг к другу и границам землепользования и полей. Сопряжение каналов с проводящей сетью должно быть близким к перпендикулярному или под углом 75–90° к направлению движения потока воды в водоприемнике (реке, магистральном канале).

При сельскохозяйственном использовании осушаемых земель основные параметры открытой осушительной сети определяются согласно следующим рекомендациям.

Расстояние между каналами систематической открытой осушительной сети рассчитывается по различным зависимостям (в зависимости от природно-геологических и других условий) или принимается по рекомендациям (табл. 5.1).

Длина открытых осушителей и собирателей принимается в пределах 700–1500 м. При осушении участков неправильной (сложной) конфигурации в виде исключения допускается длина каналов менее 700 м.

Глубина каналов назначается из условий обеспечения необходимой нормы осушения (минимальная для минеральных почв – 1 м, для торфяных – 1,2 м (после осадки торфа); максимальная для мелких каналов-осушителей – до 1,4–1,5 м).

Минимальный уклон для каналов должен быть не менее 0,0003 (при плоском рельефе – 0,0002) и не более: 0,0005 – для песчаных, 0,003 – для суглинистых и 0,005 – для глинистых грунтов. Оптимальным считается уклон 0,0005–0,0008. Максимальное значение уклона обосновывается результатами гидравлического расчета, чтобы не было размывающей скорости движения потока воды в канале. При размывающей скорости необходимо предусматривать крепления русла или сооружения, позволяющие уменьшить уклон канала, перепады, быстротоки.

Таблица 2.6. Расстояния между каналами-осушителями, м

Угодья	Торф			Суглинок		Супесь	Песок
	низин- ный	пере- ходный	верхо- вой	средний	легкий		
Многолетний луг	100–150	100–125	75–100	75–100	100–125	125–150	100–400
Пашня или пастбище	75–125	75–100	50–100	50–100	75–100	100–125	100–300

Дно регулирующих каналов, впадающих в гидравлически не рассчитываемые каналы (с расходом воды до 0,5 м³/с), должно быть выше дна принимающего канала на 10 см, а дно каналов, впадающих в гидравлически рассчитываемые каналы (с расходом более 0,5 м³/с), допускается располагать ниже уровня меженных вод в них не более чем на 10 см.

При устройстве открытой осушительной сети применяются одноковшовые экскаваторы ТЭ-2М, Э-352А, З-304, ЭО-5126, ЭО-2621В-3, плужные прицепные ЛКА-2М и навесные каналокопатели ПКЛН-500, КН-600, фрезерный навесной каналокопатель КФН-1200, плужно-роторный каналокопатель МК-23А, а для ее ремонта – каналочиститель МР-7А и др.