

## Лекция 5. Осушение земель грунтового и грунтово-напорного водного питания

1. Открытая регулирующая сеть
2. Закрытая регулирующая сеть.
3. Расчет закрытой регулирующей сети.
4. Понятие заиления. Защита от механического заиления.
5. Предотвращение химического заиления дрена.
6. Расположение регулирующей сети на плане.

### 1. 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 затопляемые 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.

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.

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. 6.1).

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.

Дно регулирующих каналов, впадающих в гидравлически не рассчитываемые каналы (с расходом воды до 0,5 м<sup>3</sup>/с), должно быть выше дна принимающего канала на 10 см, а дно каналов, впадающих в гидравлически рассчитываемые каналы (с расходом более 0,5 м<sup>3</sup>/с), допускается располагать ниже уровня меженных вод в них не более чем на 10 см.

При устройстве открытой осушительной сети применяются одноковшовые экскаваторы, плужные прицепные и навесные каналокопатели и др.

## 2. Закрытая регулирующая сеть.

При данном способе осушения избыточная вода с толщи расчетного слоя почвы отводится по устроенным в подпочвенном слое полостям с заданным уклоном – дренам.

Закрытый дренаж состоит из расположенных на определенной глубине и определенном расстоянии друг от друга пустотных полостей, стенки которых укреплены тем или иным материалом (материальный дренаж) или остаются уплотненными незакрепленными (нематериальный дренаж).

При устройстве закрытой осушительной сети повышается коэффициент земельного использования; исключаются препятствия при проведении механизированных сельскохозяйственных работ; упрощается эксплуатация систем; сокращается количество гидротехнических сооружений; существенно улучшается оперативность в управлении водным режимом. Закрытый дренаж эффективен при любых почвенно-рельефных условиях, где открытую систематическую сеть технически применять нельзя или экономически невыгодно.

**Закрытый дренаж** применяют для осушения болот и избыточно увлажненных земель при коэффициенте фильтрации почвогрунтов более 0,01 м/сут при грунтовом и грунтово-напорном, смешанном и намывном водном питании. Закрытые собиратели устраивают при осушении слабопроницаемых грунтов атмосферного типа водного питания и коэффициенте фильтрации менее 0,01 м/сут.

Закрытый дренаж устраивается траншейным (ширина траншеи 50 см), узкотраншейным (ширина траншеи 12–30 см) и бестраншейным способами. Бестраншейный способ наиболее производительный. Он используется при укладке гибких (пластмассовых и др.) дренажных труб, устройстве кротового и шелевого дренажа.

Керамический дренаж устраивается траншейным способом. Для его устройства применяются трубы длиной 33 см с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 мм. Регулирующая сеть дренажа устраивается из труб диаметром 50, реже 75 мм, коллекторы – из труб больших диаметров (75–250 мм).

Пластмассовые дренажные трубы изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида и других пластмассовых материалов.

Достоинства пластмассового дренажа: легкость, технологичность в строительстве, лучшие технико-экономические показатели при их изготовлении и укладке дренажа. Наружный диаметр этих труб составляет 50, 63, 75, 90, 110, 125 мм, толщина стенок – от 0,5 до 1,9 мм. Изготавливаются они гофрированными, спиральными или гладкостенными.

Гофрированные трубы имеют длину 60–200 м и поставляются в бухтах. Гладкостенные с толщиной стенок до 3–4 мм применяют в основном для устройства коллекторной части дренажной сети. Поставляются в пачках (пакетах). Длина их колеблется от 5 до 12 м.

Применение закрытой регулирующей сети из пластмассовых труб допускается:

– на минеральных почвах и предварительно осушенных торфяниках с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут и более;

– в почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут с заполнением дренажной щели фильтрующими материалами, обеспечивающими гидравлическую связь дрены с избыточными водами пахотного слоя;

– при содержании в грунтах не более 4 % каменистых включений размерами от 30 до 60 см;

– при содержании пней не более 3 %;

– при содержании 3 % и менее погребенной древесины диаметром не более 10 см.

Минимальный диаметр керамических и пластмассовых труб для закрытой регулирующей сети принимается равным 50 мм.

Уклоны дрен и закрытых собирателей при минимальном диаметре должны быть 0,003 и более.

Допускается увеличение диаметра дрен при невозможности обеспечить минимально

допустимый уклон в условиях притока подземных вод при повышенном содержании в грунтовых водах закисного железа на осушительных системах двустороннего действия.

Безуклонный и малоуклонный дренаж (уклон от 0,0001 до 0,002) следует проектировать при осушении и подпочвенном увлажнении равнинных и малоуклонных заболоченных и переувлажненных земель с легкими минеральными почвами и торфяниками и коэффициентом фильтрации более 0,1 м/сут, подстилаемых хорошо водопроницаемыми грунтами. Предельно допустимая длина безуклонной и малоуклонной регулирующей сети составляет 150 м.

При минимальном диаметре длину дрен и закрытых собирателей следует принимать не более 250 м, а в мелкозернистых и водонасыщенных песках и илах – не более 150 м. При осушении окраин массива длина дрен принимается не менее 50 м.

При осушении мелкозалежных торфяников закрытая регулирующая сеть должна размещаться в подстилающем грунте. В среднемощных и глубоких торфяниках, а также в оплывающих грунтах дренаж следует устраивать после первичного осушения болот и осадки торфа. При пересечении со староречьями, засыпаемыми каналами на участках плавунных грунтов необходимо предусматривать стеллажи.

При проектировании закрытого дренажа на слабопроницаемых почвах необходимо предусматривать, как правило, устройство объемных фильтров (обсыпок) толщиной не менее 20 см. При проектировании закрытых собирателей объемные фильтры должны быть выполнены до подошвы пахотного горизонта.

В качестве объемного фильтра необходимо использовать местные, естественные или искусственные строительные материалы: песчано-гравийную смесь, крупнозернистый песок с содержанием зерен размерами более 0,5 мм не менее 40 % по массе, гравий, щебень, шлак, измельченную древесину и кустарниковую растительность, опилки, керамзит, солому, торф со степенью разложения не более 15 %, оструктуренный почвенный слой. Коэффициент фильтрации объемного фильтра должен быть не менее 1 м/сут.

Соединение коллектора с дренажной сетью без фасонных деталей осуществляется двумя способами – впритык или внахлест под углом, как правило, от 60° до 90°. Соединение дрен с коллекторами диаметром 150 мм и более следует выполнять через вспомогательные коллекторы меньшего диаметра. Применение фасонных соединительных деталей повышает прочность и надежность узловых соединений. Для этого применяются дренажные тройники, пластмассовые втулки и угольники, керамические, фасонные трубы, соединительные муфты, переходники, заглушки и др.

**Кротовый дренаж** применяют на тяжелых (глинистых) и торфяных почвах в сочетании с керамическим, полиэтиленовым дренажем и открытыми каналами. Кротовые дрены устраиваются длиной 100–200 м с уклоном 0,003–0,005 и глубиной 0,5–0,7 м, диаметром 6–8 см. Кротовый дренаж допускается применять при осушении болот без погребенной древесины при степени разложения торфа не менее 45 % и мощности его пласта более 0,8 м.

Показатель устойчивости кротовых дрен в минеральных грунтах определяется в период изысканий из процентного соотношения количества фракций диаметром от 0,060 до 0,008 мм по микроагрегатному составу (по Павлову) к количеству фракций диаметром от 0,050 до 0,005 мм по механическому составу (по Качинскому). Считается, что если это отношение менее 0,3 – грунт устойчивый и пригодный для кротования, а если более 0,7 – грунт неустойчивый и непригодный для кротования.

На минеральных почвах грунтового и грунтово-напорного питания кротование и глубокое рыхление не применяются.

**Щелевой дренаж** устраивается на торфяных почвах. Длина щелевых линий до 300 м. Расстояние между ними 20–40 м, глубина – 0,7–0,9 м.

Назначение кротового и щелевого дренажей – ускорить отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод из корнеобитаемого слоя почвы.

### 3. Расчет закрытой регулирующей сети

Основным параметром, который устанавливается с помощью расчета, является расстояние между дренами или закрытыми собирателями. В зависимости от назначения закрытой сети можно выделить два основных вида расчета: расчет дренажа при понижении уровня грунтовых вод и расчет закрытых собирателей для регулирования стока поверхностной воды. Особенности расчета расстояния между дренами и собирателями заключаются в следующем.

Расстояние между дренами должно быть таковым, чтобы обеспечивалось необходимое понижение уровня грунтовых вод в соответствии с требованиями сельскохозяйственного производства и растений к водному режиму. Оно зависит от многих факторов. На это расстояние влияет глубина заложения дрен: чем она больше, тем большее расстояние между дренами можно принять. Климатические факторы (осадки, испарение и др.) также вводятся в расчеты параметров дренажа. Они определяют объем профильтровавшейся избыточной воды, который необходимо отвести дренами. Этот объем находится в обратной зависимости от расстояния между дренами. На хорошо водопроницаемых грунтах дренаи друг от друга можно располагать реже, чем на менее водопроницаемых. На результаты расчета, кроме того, влияют конструкция и размеры дрен, виды защитно-фильтрующих материалов и т. д.

Таким образом, установление расстояния между дренами с учетом максимального количества факторов – задача непростая. Однако в любых случаях нужно подбирать такие расчетные зависимости, которые учитывали бы как можно больше факторов, влияющих на расстояние между дренами.

**3.1 Расстояние между дренами** можно вычислить теоретическими расчетами и опытным путем. Более универсальны теоретические зависимости, параметры для которых принимают по материалам изысканий и метеорологическим данным. Но этот путь расчета не может учесть многих факторов.

Минимальная глубина заложения дрен должна обеспечить понижение грунтовых вод в расчетные периоды.

$$t = h_0 + H_{\min} + a, \quad (6.1)$$

где  $h_0$  – слой воды в дрене, м;

$H_{\min}$  – минимальное превышение кривой депрессии над уровнем воды в дрене, м (0,20–0,30 м);

$a$  – норма осушения в вегетационный период, см.

На торфяных почвах при установлении строительной глубины дрен необходимо учитывать осадку и сработку торфяной залежи.

Чтобы усилить действие дрен в зимнее время, глубину их заложения рекомендуется назначать не меньше глубины промерзания почвы. Если почвенный профиль многослойный, дренаи целесообразно размещать в наиболее водопроницаемых слоях.

Расстояние между несовершенными (выше водоупора) дренами можно рассчитать по формуле А. Н. Костякова или С. Ф. Аверьянова в зависимости от глубины залегания водоупора (рис. 6.2, 6.3).

При отношении  $B / C$  меньше 3 применяют формулу А. Н. Костякова

$$B = \frac{\pi K H_1}{q \left( 2,31 \lg \frac{B}{d} - 1 \right)}. \quad (6.2)$$

Если отношение  $B / C$  равно или больше 3, применима формула С. Ф. Аверьянова

$$B = 2H_1 \sqrt{\frac{K}{q} \left( 1 + \frac{2C}{H_1} \right) \alpha}. \quad (6.3)$$

$$\alpha = 1 / \left( 1 + \frac{2C}{B} 2,94 \ell g \frac{1}{\sin [\pi d / (2C)]} \right). \quad (6.4)$$

Где  $B$  – расстояние между дренами, м;  
 $q$  – средний за расчетный период приток воды к дренам, м/сут;  
 $d$  – расчетный (внешний) диаметр дрена или внешний диаметр фильтрующей обсыпки труб, м;  
 $K$  – коэффициент фильтрации грунта, м/сут;  
 $H_1$  – среднее превышение уровня грунтовых вод между дренами над уровнем воды в дрене (действующий напор) за расчетный период, м;  
 $C$  – расстояние от дрена до водоупора, м.

Средняя величина действующего напора

$$H_1 = t - 0,6a, \quad (6.5)$$

где  $t$  – глубина заложения дрена, м;  $a$  – норма осушения в расчетный период, м (рис. 6.2).

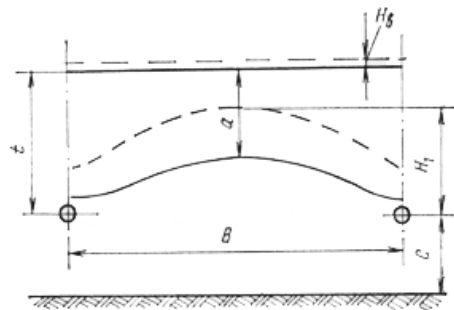


Рис. 6.2. Расчетная схема для определения расстояния между дренами, расположенными выше водоупора

Средний за расчетный период приток воды к дренам определяют по формуле

$$q = \frac{W}{T}. \quad (6.6)$$

где  $W$  – избыточный, подлежащий отводу объем, выраженный в слое воды, м;  
 $T$  – время, за которое необходимо отвести избыточную воду, сут.  
 Для весеннего периода

$$W = H_b + \Sigma \Gamma + a\delta + \Sigma P - \Sigma E, \quad (6.7)$$

где  $H_b$  – слой воды на поверхности почвы, который требуется отвести, м;  
 $\Sigma \Gamma$  – грунтовое водное питание массива за расчетный период, м;  
 $\Sigma P$  – осадки за расчетный период, м;  
 $\Sigma E$  – испарение за расчетный период, м;  
 $\delta$  – коэффициент удельной водоотдачи.

По имеющимся данным составляют расчетную схему и подбирают формулу. Далее находят компоненты, входящие в расчетные зависимости. Эти компоненты определяют на основе материалов изысканий, справочной литературы, а также по фактическим наблюдениям.

При грунтово-напорном питании для обеспечения требуемой степени осушения необходимо понизить пьезометрический уровень водоносного пласта. Например, по схеме С. Ф. Аверьянова предполагается наличие двух слоев грунта: верхний – менее проницаемый и подстилающий – водоносный. Питание происходит за счет напора грунтовых вод из подстилающего слоя и инфильтрации с поверхности почвы до уровня грунтовых вод. Дрена располагается в верхнем слое. Для данной схемы имеется решение

С. Ф. Аверьянова с использованием метода С. Н. Нумерова.

Расстояние между дренами желательно рассчитывать дважды. Основным расчетным периодом является весенний. В это время дренаж отводит избыточную воду, и к началу полевых работ уровень грунтовых вод должен быть понижен до предпосевной нормы осушения. Поверочным считают летний период, когда дренаж должен обеспечить в почве требуемую вегетационную норму осушения.

На основании многолетних теоретических и производственных исследований, а также опыта проектирования осушительных систем получены обобщенные данные, используя которые ориентировочно можно определить расстояния между дренами (табл. 6.2).

**3.2 Расстояния между закрытыми собирателями.** Закрытые собиратели должны отводить воды из пахотного и подпахотного слоев (рис. 6.3). Закрытые собиратели при полном насыщении пахотного и подпахотного слоев должны отводить поверхностные воды и воды из этих слоев. Поэтому работа собирателей рассматривается в двух режимах. Первый – это понижение уровня верховодки и второй – сброс избыточной поверхностной и гравитационной воды из пахотного слоя. Отсюда приближенная расчетная схема С. Ф. Аверьянова, согласно которой поверхностные воды сбрасываются по поверхности в каналы вследствие планировки и других мероприятий, предназначенных для регулирования этих вод.

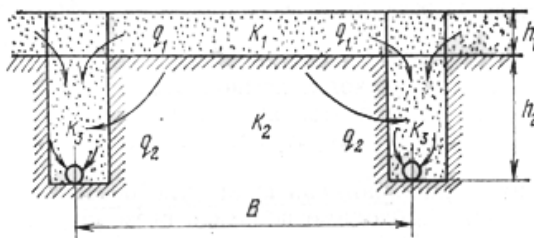


Рис. 6.3. Расчетная схема поступления воды в закрытые собиратели

Гравитационная вода по пахотному слою отводится со средней интенсивностью (м/сут)

$$q_1 = \frac{\delta h_1}{T} - e. \quad (6.8)$$

где  $\delta$  – коэффициент водоотдачи пахотного слоя;

$h_1$  – мощность пахотного слоя, м;

$T$  – нормативное время отвода гравитационной воды из пахотного слоя, сут;

$e$  – интенсивность испарения из пахотного слоя, м/сут.

Время освобождения пахотного слоя от гравитационной воды определяется по зависимости

$$T = \frac{\delta B \arctg x}{3\sqrt{K_1(e+q_2)}}; \quad (6.9)$$

$$x = \frac{2h_1\sqrt{K_1}}{B\sqrt{e+q_2}}; \quad (6.10)$$

$$q_2 = \frac{4K_2^2}{B^2}, \quad (6.11)$$

где  $B$  – расстояние между закрытыми собирателями, м;

$q_2$  – интенсивность поступления воды в закрытый собиратель из подпахотного слоя, м/сут.;

$K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты фильтрации пахотного и подпахотного слоев, м/сут.;

$h_1$  и  $h_2$  – мощность пахотного и подпахотного слоев, м.

Расстояние между собирателями находят подбором. Между водопроницаемостью

фильтрующей засыпки траншей и пахотного слоя должно выполняться условие

$$K_3 b \geq 1,48 K_1 h_1, \quad (6.12)$$

где  $K_3$  – коэффициент фильтрации траншейной засыпки, м/сут;

$b$  – ширина траншеи, м.

На тяжелых почвах расстояния между закрытыми собирателями практически принимают равными:

земли под полевые, овощные, севообороты при фермах и пастбища 9–11 м,

земли под лугопастбищные севообороты и луга длительного пользования – 14–16 м.

Однако расстояние между закрытыми собирателями можно увеличить до 30 %, если на тяжелых почвах дополнительно предусмотреть мероприятия по организации поверхностного стока.

#### **4. Понятие заиления. Защита от механического заиления.**

Под заилением закрытой трубчатой сети понимают частичную или полную закупорку полостей труб (минеральными частицами грунта, органическими соединениями, отложениями железистых соединений и минеральных солей, корнями растений), кольматаж стыковых зазоров и водоприемных отверстий в трубах, защитных фильтров и придренной области грунта.

Для предотвращения механического заиления дрен применяют различные защитно-фильтрующие материалы. Они могут быть органическими (мох, торф, солома и др.) и минеральными (песчано-гравийные смеси, шлаки, гранулированные отходы химической промышленности, искусственные стеклоткани, стеклохолсты и т. д.). Чтобы защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ) обеспечивали надежную работу дренажа, их коэффициент фильтрации должен превышать водопроницаемость песчаных грунтов не менее чем в 5, торфяных – в 10, тяжелых – в 20 раз.

Наиболее широкое применение получили рулонные искусственные ЗФМ (стеклохолсты, стеклоткани). Для пластмассовых труб применяют нанесение на их поверхность защитной бесшовной фильтрующей оболочки из волокнисто-пористого полиэтилена. Рулонные ЗФМ должны иметь коэффициент фильтрации не менее 20 м/сут, не пропускать частицы грунта размером более 0,05 мм, защищать дренаж от закисных соединений железа при содержании его не менее 3 мг/л и pH 3,5–9,0.

Для гарантированной защиты толщина слоя рулонного должна быть не менее 1 мм, а для коллекторных керамических труб диаметром более 75 мм – не менее 2 мм.

При коэффициенте фильтрации грунта менее 1 м/сут, кроме защиты водоприемных отверстий рулонным ЗФМ, устраиваются объемные фильтры. Это присыпка дрен до глубины 30 см или полная засыпка дренажной траншеи пористым материалом (щебень, гравий, керамзит, древесная щепка и т. п.). Они значительно увеличивают водоприемную способность дренажа.

#### **5. Предотвращение химического заиления дрен**

При содержании в грунтовых водах осушаемой территории до 3 мг/л закисного железа специальные мероприятия по защите закрытого дренажа от заполнения железистыми соединениями допускается не предусматривать.

При содержании закисного железа от 3 до 5 мг/л в грунтовых водах осушаемой территории необходимо предусматривать специальные мероприятия по защите дрен от заиления:

- ловчие каналы для перехвата грунтовых и родниковых вод со сбросом их в проводящую сеть или водоприемник, минуя закрытые коллекторы;
- дренажные системы площадью не более 10 га с прямолинейными закрытыми коллекторами одного порядка, удобными для промывки;
- уклоны дрен – не менее 0,004 и коллекторов – не менее 0,003 (не допуская при этом

общего заглубления проводящей осушительной сети);

- обеспечение увеличения или неизменности скорости течения воды в дренах и коллекторах от истока к устью;

- увеличение уклонов устьевых участков дрен до 0,01 и более на протяжении 5–10 м;

- защиту водоприемных отверстий и стыков керамических труб рулонными фильтрующими материалами, дополненными ржаной соломой, измельченной древесно-кустарниковой растительностью, опилками, льнокострой и др.;

- засыпку дренажных траншей сразу после укладки труб после их присыпки растительным грунтом;

- устройство смотровых колодцев потайного типа;

- внесение в почву извести по нормам, определяемым в зависимости от кислотности почв;

- глубокое (до 0,8 м) рыхление слабоводопроницаемых подпочвенных слоев с внесением извести по всему профилю почвы;

- исключение воздуха из полости дрен посредством обеспечения их работы в напорном режиме.

При содержании в грунтовых водах закисного железа от 5 до 8 мг/л дополнительно необходимо предусматривать одно из перечисленных ниже мероприятий:

- уклоны дренажных линий, обеспечивающие скорость течения воды в дренах и коллекторах не менее 0,35 м/с:

- для дрен диаметром 50 мм – не менее 0,006;

- для коллекторов диаметром от 75 до 125 мм – не менее 0,003;

- для коллекторов диаметром свыше 125 мм – не менее 0,002;

- устройство постоянно затопленных устьев коллекторов;

- устройство дрен, впадающих в открытую проводящую сеть;

- устройство дрен из труб диаметром от 75 до 100 мм в минеральных грунтах и от 100 до 125 мм – в торфах;

- внесение ингибиторов в дренажные траншеи.

Дренажные системы при этом следует проектировать с коллекторами одного порядка и дренами не более 100 м.

При содержании в грунтовых водах закисного железа более 8 мг/л необходимо предусматривать (там, где это возможно) первичное осушение открытыми каналами в сочетании с кротовым дренажем.

Материальный закрытый дренаж допускается проектировать только после интенсивного осушения открытыми каналами в течение 4–5 лет, проводя при этом защитные мероприятия в зависимости от остаточного содержания закисного железа.

Ингибиторы в качестве одного из мероприятий, предотвращающих заохривание дренажа или снижающих его интенсивность, применяются на участках с атмосферным или грунтовым безнапорным водным питанием. При грундово-напорном питании применение ингибиторов нецелесообразно.

В качестве ингибиторов рекомендуется применять (из расчета на 1 м дренажной траншеи):

- в слабокислых минеральных грунтах ( $5,6 < \text{pH} < 6,5$ ) – не менее 1 кг фосфорной муки;

- в кислых минеральных грунтах ( $\text{pH} < 5,6$ ) с низким содержанием гумуса – не менее 1,5 кг извести;

- в торфяных и высокогумусированных минеральных грунтах, независимо от кислотности, – не менее 1,5 кг смеси гипса с известью в соотношении 2:1.

В качестве ингибиторов допускается применение в кислых грунтах торфяной топочной золы сухого удаления путем ее перемешивания с грунтом обратной засыпки траншеи в соотношении (по массе) от 1:9 до 2:8.

## 6. Расположение регулирующей сети на плане

По степени покрытия осушаемой площади как открытая регулирующая сеть, так и закрытый дренаж могут быть систематическими, разреженными и выборочными (рис. 6.4, 6.5).

Систематическая сеть проектируется при равнинном, однородно-уклонном рельефе местности. Канавы или дрены располагают равномерно, с одинаковым расстоянием между ними по всему участку.

Выборочная сеть устраивается из каналов (дрен), предназначенных для осушения отдельных переувлажненных участков – низин, замкнутых понижений, мест выклинивания грунтовых вод и т. д. Каналы или дрены устраиваются по тальвегам местности, вымоинам, замкнутым понижениям местности и другим участкам с повышенной увлажненностью.

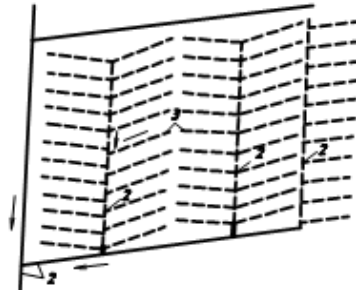


Рис. 6.4. Схема систематической осушительной сети:  
выборочного дренажа:

1 – открытые каналы; 2 – закрытый коллектор;  
3 – осушительные дрены  
3 – дрены

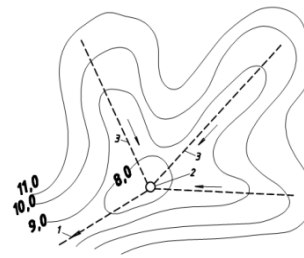


Рис. 6.5. Схема

1 – закрытый  
2 – смотровой колодез;

В разреженной схеме расстояние между каналами или дренами принимают в 1,5–2 раза больше рекомендуемых для данных условий, что снижает его стоимость, но для достижения необходимого гидрологического действия, например, материальный дренаж часто дополняют нематериальным (кротовым или щелевым). В этом случае его называют комбинированным.

Регулирующую сеть следует располагать перпендикулярно основному направлению потока поверхностных вод (поперечная схема). При уклонах местности менее 0,005 допускается располагать закрытые дрены и открытые осушители вдоль уклона местности (продольная схема). Закрытые и открытые собиратели следует устраивать только по поперечной схеме.

На плане открытую регулирующую сеть необходимо располагать по возможности под острым углом к горизонталям (гидроизогипсам), стремиться к параллельному расположению каналов по отношению друг к другу и границам землепользователей, 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).

Проектирование *открытой регулирующей сети* в плане необходимо вести с учетом следующих основных требований:

- каналы систематической регулирующей сети следует располагать, как правило, параллельно друг другу с учетом границ землепользования и полей севооборотов;
- длина каналов должна составлять от 700 до 1500 м, меньшая длина допускается при осушении краин массива;
- сопряжение каналов регулирующей сети с проводящими каналами следует предусматривать под прямым или близким к нему углом;

– при осушении пойм каналы следует располагать в направлении потока паводковых вод (вдоль поймы);

– выборочную регулирующую сеть (талъвеговые каналы) необходимо проектировать по наиболее низким местам поверхности и минерального дна болота.

Каналы предварительного осушения следует проектировать в увязке с постоянной осушительной сетью. Как правило, каналы предварительного осушения не должны пересекать трасс закрытой осушительной сети.

Расположение *закрытой осушительной сети* на плане является одним из самых ответственных моментов проектирования дренажа и заключается в придании определенного направления дренажным линиям по отношению к рельефу местности.

Проектирование дренажных систем в плане начинается с водоприемника, оградительной и проводящей сети.

Оградительная часть мелиоративной системы (нагорно-ловчие каналы и дрены) проектируется по границе осушаемого участка с учетом направления движения поступающих на участок грунтовых и поверхностных вод.

Магистральный канал проектируется, как правило, по самому низкому месту участка. Его необходимо устраивать в следующих случаях:

а) при длине коллектора более 1000 м;

б) при уклоне поверхности земли менее 0,002 и невозможности дальнейшего заглубления коллекторов;

в) при больших водосборных площадях и, как следствие этого, больших диаметрах коллекторов (прокладывание коллекторов в две нитки экономически нецелесообразно);

г) из хозяйственных соображений (устройство водопоев для скота, противопожарные нужды и др.).

Закрытая проводящая сеть (коллекторы разных порядков) обычно проектируется по пониженным частям рельефа. При этом расстояние между коллекторами определяется допустимой длиной дрен и возможностью их двустороннего впадения в коллекторы.

При уклоне поверхности менее 0,002 дрены располагают вдоль уклона поверхности (продольный дренаж), а при больших уклонах – под некоторым углом к горизонталям местности с таким расчетом, чтобы уклон вдоль линий дрен был не менее 0,002 (поперечный дренаж).

В отношении осушающего действия дренажа поперечное расположение дрен всегда предпочтительнее, но при малых уклонах поверхности необходимо излишнее заглубление нижних участков дрен для того, чтобы придать им необходимый минимальный уклон, что приводит к удорожанию строительства.

При расположении в плане необходимо, чтобы соблюдались следующие основные условия.

1. Уклоны дна дрен должны находиться в допустимых пределах (0,002–0,02). Наилучший уклон – 0,006–0,008.

2. Глубина дрен на всем их протяжении должна как можно меньше отличаться от проектной ( $\pm 0,2$ –0,3 м).

3. Дрены по мере возможности должны проектироваться перпендикулярно или под острым углом к направлению грунтового и поверхностного потоков.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд других факторов.

1. В плане дрены с коллекторами необходимо стремиться сопрягать под углом 90°. При невозможности обеспечить прямой угол впуск дрен в коллекторы следует осуществлять под углом не менее 60°.

2. С целью уменьшения длины проводящей сети нужно стремиться к двустороннему вводу дрен в коллекторы, а коллекторов – в магистральный канал. При этом противоположащие дрены (коллекторы) должны смещаться минимум на 2–5 м относительно друг друга.

3. Каналы и закрытые коллекторы должны иметь минимальное количество поворотов

и пересечений с дорогами и другими сооружениями. Дрены, как правило, проектируются без поворотов.

4. Следует избегать ввода одиночных дрен в открытые каналы.

5. Уклон dna коллектора желательно проектировать одинаковым по всей длине или же увеличивающимся к устью.

6. Ловчие закрытые дрены предусматриваются при водосборных площадях менее 10–40 га. Во всех других случаях необходимо проектировать ловчие и нагорные каналы. Располагать их необходимо, как правило, по границам участка перпендикулярно к направлению грунтового и поверхностного потоков.

7. При проектировании дрен и коллекторов необходимо располагать их через пониженные точки местности, минуя отдельные возвышенности.

8. Дрены принято располагать от границы осушаемого участка на расстоянии  $B / 2$ , а верхние концы дрен удалять от всей границы на расстояние  $B / 3$ . Расстояния между сходящимися концами дрен принимаются равными  $B / 3 - B / 4$ , а между такими перпендикулярными концами и дренажной линией или коллектором –  $B / 2$ . От открытого канала дренажи удаляются при глубине канала 1,5 м на  $B$ , при глубине 1,6–2,0 – на  $1,5B$  и при глубине 2,1–3,0 м – на  $2B$  ( $B$  – расстояние между дренажами).

9. В местах резких поворотов коллектора (менее  $120^\circ$ ), а также при сопряжении в одном месте впадения нескольких коллекторов или изменении уклона коллектора устраивают смотровые колодцы (регуляторы).

Регулирующая сеть не должна пересекать дороги, подземные коммуникации, лесопосадки. При пересечении с линиями электропередач и телефонными линиями связи расстояние до их опор следует принимать в соответствии с действующими правилами охранных зон.