

Лекция 7. Виды труб для устройства закрытой сети

1. Закрытая регулирующая сеть.

2. Расчет закрытой регулирующей сети

1. 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 (рис. 7.1).

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).

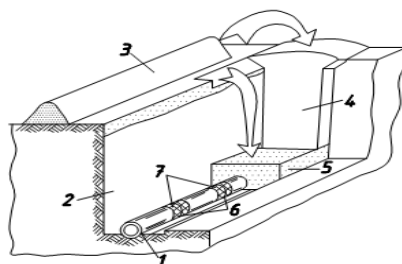


Рис. 7.1. Схема устройства дренажа
1 – дренажные трубы; 2 – траншея; 3 – вынутый из траншеи грунт; 4 – траншейная засыпка; 5 – присыпка гумусовой почвой; 6 – стыковые зазоры; 7 – защитно-фильтрующий материал

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.

Виды закрытой осушительной сети представлены на рис. 7.2.

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 слабоводопроницаемых 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 щелевого дренажа.

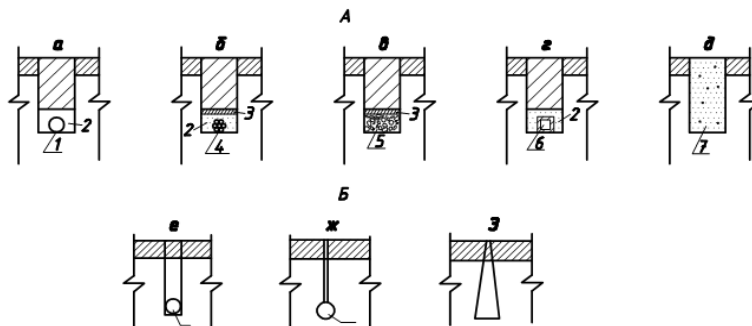


Рис. 7.2. Виды закрытой осушительной сети:

А – траншейная; а – керамическая (пластмассовая); б – фашинная; в – каменная; г – дощатая; д – фильтрационная; е – узкотраншейная; Б – бестраншейная; ж – кротовая; з – щелевая; 1 – труба; 2 – присыпка гумусовой почвой; 3 – дерн; 4 – фашина; 5 – камень; 6 – дощатая труба; 7 – кротовина; 8 – хорошо водопроницаемая засыпка

Керамический дренаж (рис. 7.3) устраивается траншейным способом. Для его устройства применяются трубы длиной 33 см. Согласно ГОСТ 8411–74 их изготавливают круглыми и многогранными по наружной поверхности 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).

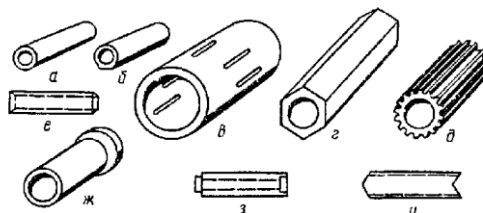


Рис. 7.3. Керамические дренажные трубы:

а, г – цилиндрические и граненые; б – с опорной плоскостью;
в – перфорированные; д – рифленые; е – с фасками;
ж – раструбные; з – фланцевые; и – с фигурным торцом

Пластмассовые дренажные трубы изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида и других пластмассовых материалов (рис. 7.4).

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.

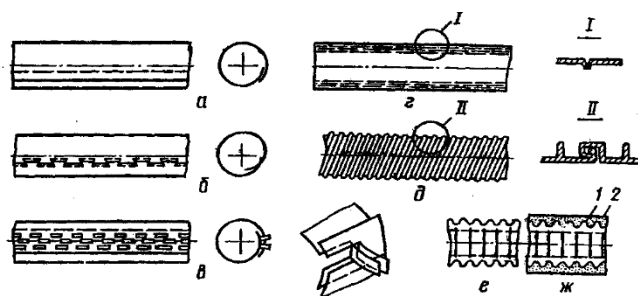


Рис. 7.4. Пластмассовые дренажные трубы:
а – пленочные с упруго поджатым швом; *б* – пленочные со швом «молния»; *в* – пленочные со швом-перфорацией; *г* – пленочные гладкостенные перфорированные; *д* – пленочные спиральновитые из профилированной ленты; *е* – гофрированные без защиты; *ж* – гофрированные, защищенные от заиливания;
1 – салфетка; *2* – фильтрующий материал

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 % каменных 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 среднечастотных 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 трубой 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 сокращает затраты времени (в 2–5 раз), 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.

2. 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 дрены 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.

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. Опытные данные справедливы, как правило, для той зоны, в которой они получены. В полевых условиях при анализе расстояния между дренами учитывают максимум влияющих факторов, но не всегда удается выделить основной. Опытные данные анализируют, систематизируют и на их основе составляют рекомендации применения расстояния между дренами в определенных условиях.

Минимальная глубина заложения дрен должна обеспечить понижение грунтовых вод в расчетные периоды. В общем случае на минеральных грунтах она складывается из следующих компонентов

$$t = h_0 + H_{\min} + a, \quad (7.1)$$

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. Осадку торфа можно определить по формулам А. Д. Брудастова, А. Д. Панадиади, В. М. Зубца, А. И. Мурашко и др.

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. 4.11).

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

$$B = \frac{\pi K H_1}{q \left(2,31g \frac{B}{d} - 1 \right)}. \quad (7.2)$$

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

$$B = 2H_1 \sqrt{\frac{K}{q} \left(1 + \frac{2C}{H_1} \right) \alpha}. \quad (7.3)$$

$$\alpha = 1 / \left(1 + \frac{2C}{B} 2,94 \ell g \frac{1}{\sin [\pi d / (2C)]} \right). \quad (7.4)$$

В формулах (7.1–7.4) приняты следующие обозначения:

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.

Среднюю величину действующего напора (рис. 7.5) определяют с использованием выражения

$$H_1 = t - 0,6a, \quad (7.5)$$

где t – глубина заложения дрен, м; a – норма осушения в расчетный период, м.

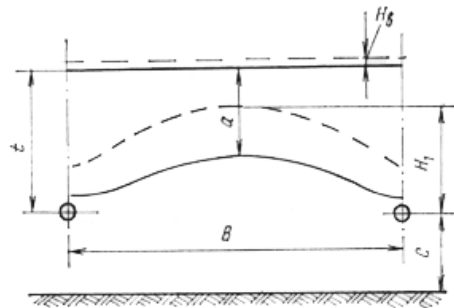


Рис. 7.5. Расчетная схема для определения расстояния между дренами, расположенными выше водоупора

Средний за расчетный период приток воды к дренам определяют по формуле

$$q = \frac{W}{T}. \quad (7.6)$$

где W – избыточный, подлежащий отводу объем, выраженный в слое воды, м;

T – время, за которое необходимо отвести избыточную воду, сут.

Для весеннего периода

$$W = H_b + \Sigma \Gamma + a\delta + \Sigma P - \Sigma E, \quad (7.7)$$

где H_b – слой воды на поверхности почвы, который требуется отвести, м;

$\Sigma \Gamma$ – грунтовое водное питание массива за расчетный период, м;

ΣP – осадки за расчетный период, м;

ΣE – испарение за расчетный период, м;

δ – 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. Проверочным 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. 7.1).

Таблица 7.1. Расстояния между дренами, м

Грунт	Расстояние
Песок мелкозернистый	30–50 и более
Супесь	25–35
Суглинок: легкий	20–30
средний	14–20
Суглинок тяжелый, глина	8–15
Торф низинный	20–40

Расстояния между закрытыми собирателями. Закрытые собиратели должны отводить воды из пахотного и подпахотного слоев (рис. 7.6). 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.

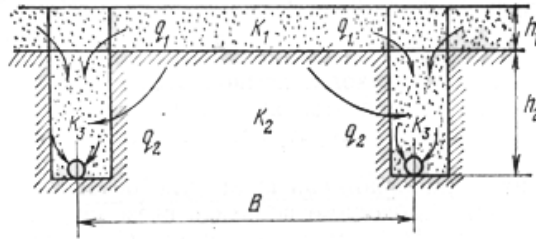


Рис. 7.6. Расчетная схема поступления воды в закрытые собиратели

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

$$q_1 = \frac{\delta h_1}{T} - e. \quad (7.8)$$

где δ – 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

$$T = \frac{\delta B \arctg x}{3\sqrt{K_1(e + q_2)}}; \quad (7.9)$$

$$x = \frac{2h_1\sqrt{K_1}}{B\sqrt{e + q_2}}; \quad (7.10)$$

$$q_2 = \frac{4K_2^2}{B^2}, \quad (7.11)$$

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

$$K_3 b \geq 1,48 K_1 h_1, \quad (7.12)$$

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.