

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по расчёту и проектированию дренажных систем

по дисциплине

«Инженерная подготовка городских территорий»

для студентов специальности

***1 – 70 02 01 «Промышленное и гражданское
строительство»***

всех форм обучения

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра архитектурных конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по расчёту и проектированию дренажных систем
по дисциплине

«Инженерная подготовка городских территорий»

для студентов специальности

1 – 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
всех форм обучения

Брест 2015

УДК У 725 (07)

Методические указания содержат характеристику территорий, инженерная подготовка которых требует устройства дренажей. Рассмотрены принципы построения дренажной сети, конструктивное решение и примеры расчета дренажей различного типа. Приведены рисунки, схемы, таблицы и графики необходимые для расчета, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов специальности 1 – 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения

Составитель: Т. В. Гуторова, к. т. н., доцент

Рецензент: В.В. Лагонда, главный инженер проекта филиала РУП «Институт БелНИИС» - НТЦ г. Брест

ВВЕДЕНИЕ

Для территорий, природные условия которых настолько сложны, что нельзя ограничиться вертикальной планировкой и организацией поверхностного стока, разрабатываются специальные мероприятия инженерной подготовки – это защита территорий от подтопления грунтовыми водами, расположенными неглубоко от дневной поверхности.

Подземные воды при высоком уровне затрудняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, ухудшают санитарные условия городских территорий и условия произрастания зеленых насаждений. Избыточное увлажнение грунтов понижает их несущую способность, что имеет существенное значение при проектировании и возведении зданий и сооружений. Кроме того, подземные воды вызывают эрозию почвы и грунтов, способствуют росту оврагов и активизации оползней. Поэтому при подтоплении территории решаются следующие задачи инженерной подготовки:

- 1) понижение уровня подземных вод;
- 2) осушение территорий;
- 3) защита городских зданий и сооружений от подтопления.

Эти задачи решаются путем устройства специальных искусственных сооружений – дренажных систем, которые устраиваются при строительстве городских улиц и дорог, подземных тоннелей, глубокоземных сооружений, подземных стенах на набережных.

Территории относят к подтопленным, если уровень грунтовых вод на них может временно или постоянно оказаться в зоне размещения подземной части зданий и сооружений. Наименьшая допустимая глубина от поверхности до наивысшего уровня подземных вод называется нормой осушения.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

При осушении городской территории устраивают искусственные сооружения, служащие для понижения уровня подземных вод. Для проектирования дренажей необходимо иметь представление о движении подземных вод в толще земной коры по порам и трещинам. Необходимо различать виды подземных вод (капиллярная, гравитационная), а также свойства горных пород по отношению к воде (влагоемкость, водоотдача, водопроницаемость, капиллярное поднятие и др.). Ниже приводятся краткие сведения о физических свойствах горных пород.

Горные породы, слагающие верхний слой земной поверхности, в строительной практике называют грунтами. Грунты бывают скальными и рыхлыми — нескальными. Для градостроительных целей в основном используют территории с рыхлыми грунтами, которые разделяют на крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Крупнообломочные грунты содержат зерна крупнее 2 мм (гравий — крупнее 2 мм, галька — крупнее 10 мм, валуны — крупнее 200 мм). К песчаным грунтам относят породы с размером частиц 0,1—2 мм. В зависимости от распределения по крупности частиц пески разделяют на крупные, средней крупности и мелкие.

Глинистые породы состоят из частиц размером 0,005—0,0001 мм. Они однородны и обладают пластичностью. Промежуточными породами между песками и глинами являются супеси и суглинки.

Частицы горной породы, имеющие близкие размеры и форму, объединяют в группы — фракции. Наличие в породе определенных фракций характеризует ее гранулометрический состав.

Гранулометрический состав песчаных пород определяют механическим способом — разделением породы на фракции и установлением отношения этих фракций к массе воздушно-сухого образца породы, принимаемого за 100%. Этот процесс выполняют последовательным просеиванием образца породы через стандартный набор сит, имеющих размеры отверстий 10; 5; 2 и 1 мм, и сит из латунной сетки с размером отверстий 0,5; 0,25 и 0,1 мм. После просеивания частицы грунта, задержанные на ситах и прошедшие через последнее сито, взвешивают и определяют процентное содержание данной фракции в образце.

Результаты ситового анализа выражают коэффициентом неоднородности:

$$K = d_{60} / d_{10},$$

где d_{60} — диаметр частиц, меньше которого в данной пробе содержится до 60% частиц (по массе), d_{10} — диаметр частиц, меньше которого в данной пробе содержится до 10% частиц (по массе).

Чем меньше значение коэффициента неоднородности, тем однороднее порода и тем больше ее водопроницаемость.

По содержанию в породах частиц размером менее 0,005 мм их классифицируют по приведенным ниже данным.

Наименование породы	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Содержание в образце породы частиц размером менее 0,005 мм, % (по массе)	До 3	3—10	10—30	30 и более

От гранулометрического состава зависят характерные свойства грунтов: пористость, водопроницаемость, влагоемкость и др. Так, например, обломочные породы имеют хорошую водопроницаемость, в них отсутствует капиллярность. Пески также водопроницаемы, но они обладают капиллярностью. С уменьшением размеров частиц водопроницаемость пород снижается, а капиллярность возрастает. Глины обладают пластичностью, капиллярностью и большой влагоемкостью, для воды они практически водонепроницаемы. Свойства супесей и суглинков как промежуточных пород по отношению к воде будут приближаться к свойствам, которыми обладают пески и глины. Проницаемость суглинков может снижаться до нуля, а капиллярность, по сравнению с другими грунтами, приближаться к максимуму.

ОСНОВНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Пористость — это наличие в породе пор или капиллярных трещин шириною не более 0,25 мм. Для определения пористости породы используют два показателя: пористость породы и коэффициент пористости.

Общую пористость породы Π , %, находят по отношению объема капиллярных пустот породы V_n к объему всей породы V :

$$\Pi = \frac{V_n}{V} \cdot 100\%.$$

Пористость глин, суглинков и некоторых других глинистых пород не постоянна. Она зависит от влажности породы. При увеличении влажности глинистых пород увеличивается и объем породы, при уменьшении влажности объем глинистой породы уменьшается.

Поэтому пористость глинистых пород определяют по отношению объема капиллярных пустот породы V_n к неизменяемой ее твердой части (скелету породы). Указанное отношение называют коэффициентом пористости и выражают формулой:

$$\varepsilon = \frac{V_n}{V_{ck}}.$$

Коэффициент пористости выражают в долях единицы или в процентах. Так как $V = V_{ck} + V_n$, то окончательная формула пористости при этом будет:

$$П = \frac{V_n}{V} \cdot 100\% = \frac{V_n}{V_{ck} + V_n} \cdot 100\%$$

Разделив числитель и знаменатель последней формулы на V_{ck} , получим следующую зависимость между пористостью $П$ и коэффициентом пористости ε :

$$П = \varepsilon / (1 + \varepsilon),$$

откуда

$$\varepsilon = П / (1 - П),$$

Водопроницаемостью называют способность породы быстро поглощать воду и пропускать ее через себя. Скорость фильтрации воды зависит от размеров пор. В породах, имеющих поры больших размеров, наблюдаются и большие скорости фильтрации. В обломочных породах скорости движения воды больше, чем в мелкозернистых грунтах. В глинах (нетрециповатых) скорость фильтрации воды практически равна нулю.

По степени водопроницаемости все породы разделяют на три группы (Ф.П. Саваренский):

1) водопроницаемые — коэффициент фильтрации больше 1 м/сут. (крупно-обломочные породы, галечники, пески);

2) полупроницаемые — коэффициент фильтрации 1—0,001 м/сут. (глинистые пески, супеси, лессы);

3) практически непроницаемые (водоупорные) — коэффициент фильтрации меньше 0,001 м/сут. (глины, мергели).

Водопроницаемость определяется коэффициентом фильтрации или скоростью фильтрации при гидравлическом уклоне, равном $i = H / L = 1$ (где H — превышение отметок поверхности подземных вод между двумя точками; L — расстояние между этими точками).

Ниже приведены значения коэффициента фильтрации некоторых грунтов, м/сут:

Сильно трещиноватые закарстованные известняки.....	200 и более
Хорошо промытый галечник без заполнителя	100 и более
Гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем.....	10—30
Неоднородные пески.....	5—10
Супеси.....	2—01
Суглинки.....	0,1 и менее
Глины	тысячные доли

Естественная влажность характеризуется количеством воды, %, находящейся в порах породы, которая залегает в природных условиях. Наибольшая влажность наблюдается у породы, залегающей ниже уровня грунтовых вод. В этих условиях влажность породы постоянна. При залегании породы выше уровня грунтовых вод влажность породы будет колебаться по сезонам и даже в течение суток.

Абсолютная влажность грунтов W , %, выражается отношением массы воды g_{σ} , содержащейся в порах породы, к массе сухой породы g_c :

$$W = (g - g_c) / g_c = (g_{\sigma} / g_c) \cdot 100,$$

где g — масса образца, залегающего в природных условиях (до высушивания).

Относительная влажность (степень влажности) характеризует долю заполнения пор породы водой и выражается отношением объема воды в порах V_w к объему пор V_p :

Значение G изменяется от 0 (абсолютно сухая порода) до 1 (поры заполнены водой).

Влагоемкость — это способность породы вмещать и удерживать определенное количество воды при обеспеченном стекании. Влагоемкость различают полную, капиллярную и молекулярную. Полная влагоемкость характеризуется полным заполнением водой всех пор породы. Капиллярная влагоемкость — наличие в порах породы только капиллярной воды, связанной силами капиллярного натяжения, тогда как вся свободная вода ушла из породы в результате обеспеченного стекания. Молекулярная влагоемкость характеризуется наличием в породе только пленочной воды, удерживаемой на частицах породы силами молекулярного притяжения.

К влагоемким породам относят торф, глину, суглинок и др.; к слабовлагоемким — глинистые породы, лесс, мергель и др.; к невлагоемким — песок, гравий, изверженные и скальные осадочные породы.

Водоотдача — способность породы отдавать часть воды при помощи стекания. Водоотдача равна разности между полной и молекулярной влагоемкостью. В крупнозернистых породах водоотдача больше, чем в мелкозернистых. В глинах водоотдача практически равна нулю.

Под капиллярностью понимают способность породы подтягивать воду по капиллярам от основного горизонта и увлажнять лежащие выше над ним слои. Чем тоньше капиллярные поры, тем выше окончательный подъем воды в породе. В обломочных и крупнозернистых породах с размером зерен более 2 мм капиллярность отсутствует, тогда как глины обладают наибольшей высотой капиллярного подъема (табл. 1).

Таблица 1 – Высота капиллярного подъема различных пород

Порода	Максимальная высота капиллярного подъема, см	Порода	Максимальная высота капиллярного подъема, см
Глина	400—500	Лесс туркестанский	250-350
Суглинки:		Песок	50-100
тяжелые	300—400	Торф	120-150
средние	200—300	Гравий	0
легкие	150—200		
Супесь	100-150		

При снижении или подъеме основного горизонта подземных вод соответственно изменяется и уровень капиллярного подъема. При испарении капиллярной воды уровень ее восстанавливается за счет капиллярного подъема до прежнего горизонта.

Капиллярные воды оказывают вредное воздействие на конструкции дорожных покрытий. На открытых (переохлажденных) дорожных участках в зоне высокого капиллярного подъема происходит конденсация влаги. В результате замерзания влаги и увеличения ее объема грунт вспучивается и дорожное покрытие разрушается.

При избыточном переувлажнении почвы в районах орошаемого земледелия происходит подъем основного горизонта подземных вод и возникает опасность выхода капиллярных вод на поверхность почвы. При интенсивном испарении капиллярных вод, связанных с минерализованными водами основного горизонта, на поверхности почвы будут отлагаться соли, вредные для возделывания сельскохозяйственных культур. Для обессоливания почвенного слоя выполняют мелиоративные работы с устройством развитой дренажной сети мелкого заложения и другие мероприятия.

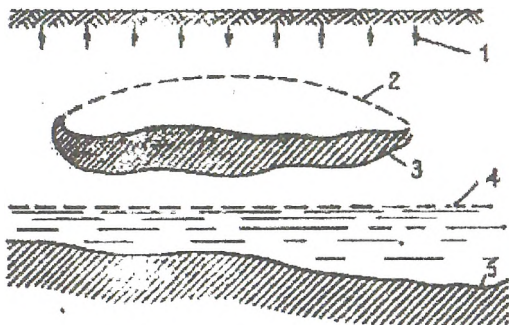
Кроме капиллярных вод, связанных с основным горизонтом подземных вод, появляются подвешенные капиллярные воды, при образовании которых основной горизонт подземных вод не участвует. Подвешенные капиллярные воды возникают при просачивании атмосферных осадков с поверхности почвы в лежащие ниже слои, которые сложены тонко- и мелкозернистыми породами, подстилаемыми крупнозернистыми песками. В результате выхода просачившихся атмосферных осадков в крупнозернистые подстилающие породы, капиллярная вода будет удерживаться силами капиллярного натяжения только в вышележащих тонкозернистых породах.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ, ИХ ДВИЖЕНИЕ. ЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ

В грунтах находится свободная, или гравитационная, вода, заполняющая поры породы. Она перемещается по ним в результате просачивания под влиянием силы тяжести или разности напоров при движении потока подземных вод. Капиллярная вода — вода, поднятая по капиллярам силами поверхностного натяжения из слоев, расположенных выше основного горизонта подземных вод. Подвешенная вода — расположенная в капиллярах, не связанная с основным горизонтом.

Основными источниками питания подземных вод являются атмосферные осадки. При плохих условиях отвода поверхностного стока и хорошо проницаемом для воды почвенном слое создаются благоприятные условия для инфильтрации (просачивания) воды с поверхности. Поступившая в почву вода под влиянием силы тяжести опускается в более глубокие слои, пока не встретит на своем пути непроницаемые (водоупорные) породы. На кровле водоупора происходит задержанис и накапливание подземных вод в водовмещающих породах.

Подземные воды разделяют на следующие типы: верховодка; основной горизонт; межпластовые воды. Верховодка образуется на слабопроницаемых линзах породы, расположенных в проницаемых грунтах близко к отметкам дневной поверхности. Мощность слоя верховодки обычно не велика и редко бывает более 2 м. Уровень зеркала верховодки не обладает закономерностью распространения и зависит от расположения и размеров водоупорной линзы (рис. 1). В засушливые годы и зимой (при отсутствии поступления влаги с поверхности почвы) верховодка может полностью иссякнуть и появиться снова после очередного переувлажнения почвы.



1 — инфильтрация осадков в грунт; 2 — верховодка; 3 — водоупорная линза;
4 — основной горизонт грунтовых вод; 5 — водоупор

Рисунок 1 — Схема образования грунтовых вод

Основной горизонт — это первый водоносный слой от поверхности почвы, имеющий большое распространение по площади. Он обладает постоянством, закономерностью изменения отметок зеркала воды в направлении движения потока подземных вод. Мощность подземного слоя воды зависит от среднегодового слоя осадков, выпавших на поверхность почвы.

Межпластовые воды — это подземные воды, расположенные между двумя непроницаемыми слоями. Межпластовые воды будут папорными, если они целиком заполняют водовмещающий слой.

При неполном заполнении межпластового слоя подземные воды будут находиться в самотечном режиме. Область распространения межпластовых подземных вод не совпадает с областью их питания. Область их питания совпадает с площадью выхода водовмещающих пород на отметки дневной поверхности.

Осадки выпадают на поверхность почвы неравномерно. В зимний период они выпадают в виде снега, при этом поверхностный сток и инфильтрация с поверхности почвы в грунт отсутствуют. Основной горизонт подземных вод имеет среднегодовое колебание от максимального, который наблюдается в период наибольшего увлажнения почвы, до минимального, который наблюдается перед началом весеннего снеготаяния. Разность отметок между максимальным и минимальным уровнями горизонтов подземных вод называют амплитудой колебаний. Амплитуда колебания для различных климатических районов различна. При защите сооружений от подтопления подземными водами в расчетах принимают наивысший уровень возможного их подъема, который определяют по материалам гидрогеологических изысканий с учетом времени наблюдений и амплитуды колебания, характерной для данного района. Изображенные на картах линии, соединяющие точки, которые имеют одинаковые отметки зеркала подземных вод, называют гидроизогипсами.

Большое влияние на обводнение территории может оказывать хозяйственная деятельность человека. Выпуск промышленных вод при открытой сети водоотвода может привести к повышению уровня подземных вод в рассматриваемой зоне. Утечка воды из сети водопровода, канализации, а также резервуаров для хранения запасов воды приводит также к обводнению территорий.

При сооружении зданий, подземную часть которых устраивают в глубоких котлованах, разрабатываемых в непроницаемых или слабопроницаемых грунтах (глины, суглинки), еще в процессе выполнения нулевого цикла могут накапливаться попавшие туда атмосферные осадки. Даже при благоприятных гидрогеологических условиях, установленных по материалам гидрогеологических изысканий (отсутствие воды в скважинах), по эксплуатационным соображениям необходимо предусматривать защиту подземной части зданий от подтопления подземными водами. Отвод накопившейся воды в котловане и его осушение могут быть обеспечены только при помощи устройства искусственного сооружения — дренажа. Это необходимо учитывать при оценке геологических и гидрогеологических условий участка рассматриваемой территории, а также при разработке рекомендаций по защите подземной части зданий и сооружений.

Правильная организация поверхностного стока и высокий уровень благоустройства застраиваемой территории способствуют снижению горизонта подземных вод в пределах рассматриваемой площади, так как при этом уменьшается инфильтрация осадков в грунт с поверхности. Повышением планировочных отметок поверхности, расположенной в равнинных условиях рельефа, можно достичь требуемой нормы осушения, не прибегая к снижению горизонта подземных вод. Основным способ осушения территории с высоким уровнем подземных вод – устройство дренажа. Дренажом называют долговременно действующее сооружение, служащее для понижения уровня подземных вод или для полного их перехвата. Осушающее действие дренажа основано на отводящей способности конструкции дрены, опущенной под водоносный горизонт. При этом уровень грунтовых вод над дренажной трубой опускается до отметки наполнения водой трубы дрены, образуя в плоскости, перпендикулярной к расположению дрены, кривую линию, называемую линией кривой депрессии.

Вопросы общего осушения территории решают на генеральной схеме осушения территории, входящей в состав комплексного проекта планировки и застройки городской территории. Схему осушения территории разрабатывают на основании рекомендаций технического отчета, выполненных геологических и гидрогеологических исследований территории, выделенной для городской застройки. К техническому отчету прилагаются следующие материалы:

- 1) генеральный план застраиваемой территории с указанием мест расположения геологических скважин (шурфов). На плане выписывают номера скважин, отметки устья и дна забоя скважины, а также отметки установившегося горизонта подземных вод в скважинах. Масштаб плана 1:5000—1:10000;

- 2) общая гидрогеологическая характеристика объекта с описанием природных условий территории: рельеф поверхности, гидрографическая сеть: ручьи, реки, озера и другие топографические особенности территории;

- 3) факторы, обуславливающие высотное положение уровней грунтовых вод или избыточного увлажнения почвы;

- 4) характеристика водоносного горизонта, подлежащего понижению, фильтрационная способность грунтов, площадь распространения подземных вод, условия питания и другие особенности.

К техническому отчету прилагают также пояснительную записку, составленную на основании выполненных натурных исследований, с приложением графических материалов (геологические разрезы, чертежи колонок буровых скважин и др.).

В генеральной схеме разрабатывают целесообразные варианты осушения территории, используемой в градостроительных целях, а также намечают очередность работ по застройке территории. При выборе рекомендуемых вариантов для строительства учитывают стоимость работ строительства первой очереди, общую стоимость работ, а также технические особенности строительства, заложенные в проекте организации работ в предлагаемых вариантах.

ДРЕНАЖИ И ПРИНЦИПЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В зависимости от конструкции приемных устройств и характера расположения дрены в толще верхнего слоя поверхности различают горизонтальные и вертикальные дренажи. В горизонтальных дренажах подземные воды двигаются самотеком. Подземные воды из системы вертикальных дренажей отводят при помощи искусственного побуждения - применения насосов.

Горизонтальные дренажи бывают открытого и закрытого типа.

Открытые дренажи представляют собой обычную сеть осушительных канав, их устраивают для осушения незастроенной территорий.

Закрытые дренажи представляют собой сооружения, расположенные ниже уровня подземных вод, на глубине, обеспечивающей защиту подземной части зданий или понижение уровня подземных вод в пределах больших площадей.

Высоту осушения подземного слоя, расположенного между отметками планировки поверхности и пониженного уровня подземных вод, называют нормой осушения. Дрены выполняют из керамических или других неметаллических труб, обсыпанных (послойно) фильтрующим материалом из песка и гравия (рис. 2). Фильтр дренажа устраивают для захвата подземных вод из прилегающего слоя и одновременно для задержания мелких взвесей перед поступлением подземной воды в трубу дрены. Если конструкция дренажа опущена под водоносный слой до водоупора, дренаж называют совершенным.

Если конструкция дренажа расположена в толще водоносного слоя выше водоупора, дренаж называют несовершенным. Дренажные воды выпускают в сеть ливневой канализаций или в благоустроенные открытые протоки. Для обеспечения нормальной эксплуатации в сети дренажа устанавливают смотровые колодцы.

Если со стороны выпуска дренажа возможен временный подпор встречных вод, в устье дренажа устанавливают обратный клапан или дополнительную емкость с устройством небольшой станции перекачки, при этом воды из сети дренажа выпускают на более высокую отметку. В зависимости от расположения дренажной сети по отношению к источникам поступления подземных вод на защищаемую территорию различают следующие системы дренажей: береговой, систематический, головной и кольцевой.

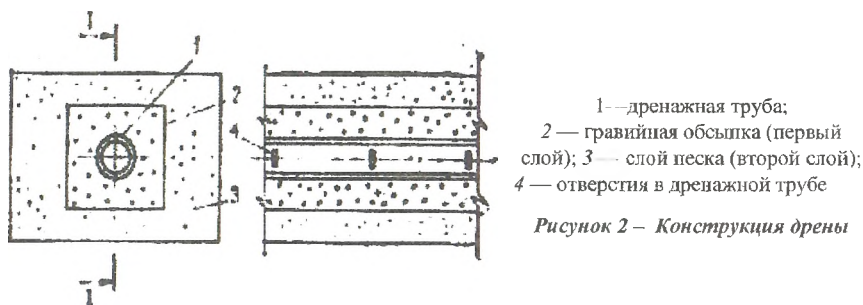
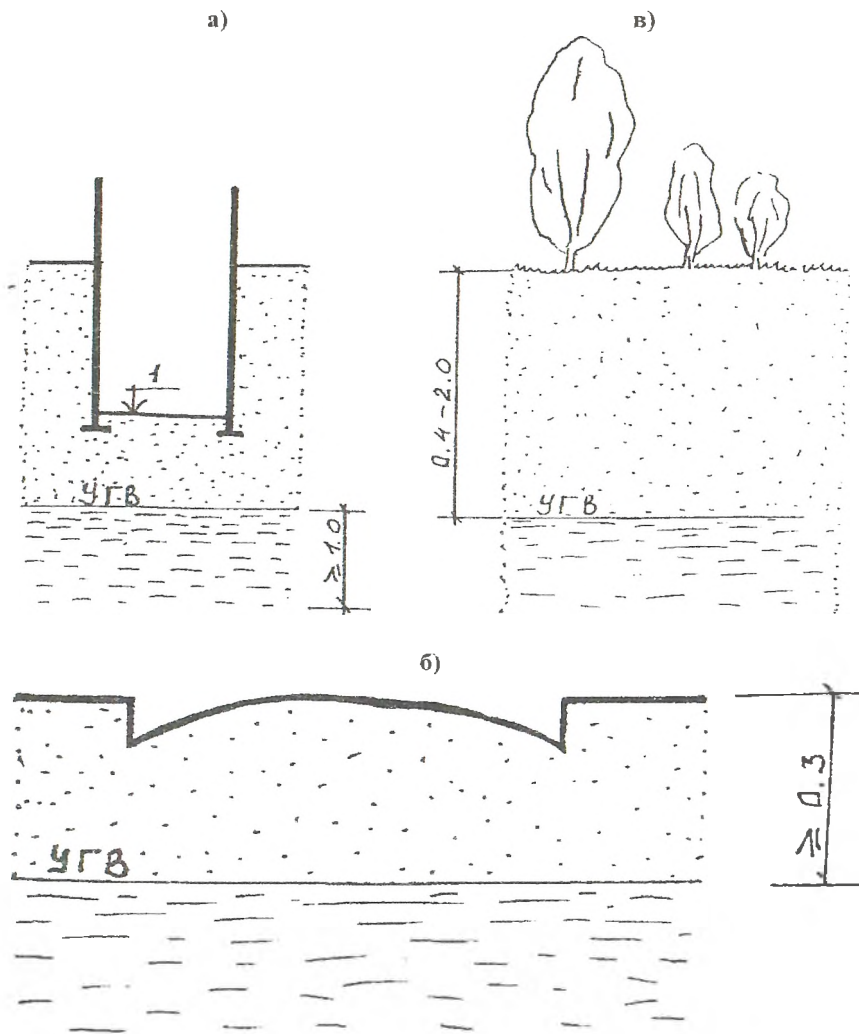


Рисунок 2 — Конструкция дрены



а) под зданием; б) под дорогами; в) на территориях зеленых насаждений
I - отметка пола подвала

Рисунок 3 – Схема к определению нормы осушения

В общем виде минимальная норма осушения принимается: для селитебной территории с капитальной застройкой - 2,0 м, а при наличии подвальных помещений служебного или хозяйственного пользования - 3,0 + 4,0 м; для территорий парков, стадионов и зеленых насаждений - 1,0 м.

Проектирование и расчет дренажных систем включает в себя: установление норм осушения для конкретной территории или объекта; выявление источников питания подземных вод; определение параметров подтапливаемой территории; выбор, дренажной системы (табл. 2) проектирование дренажной системы (расположение дренажной сети в плане, выбор глубины заложения дренажей в плане и в профиле, выбор проектных уклонов дренажей); гидрогеологический и гидравлический расчеты дренажной системы с определением диаметров труб и коллекторов.

Таблица 2 – Дренажные системы и условия их применения

№ пп	Система дренажа	Условия питания подземных вод	Глубина заложения дрен, м
1	2	3	4
1	Систематические	Инфильтрация атмосферных осадков, утечки хозяйственных или напорных вод из нижележащего водоносного горизонта	3-5 от поверхности
2	Головные	Подземное питание со стороны водораздела	3-7 от поверхности
3	Береговые	Фильтрация вод со стороны рек и водоемов	3-5 от поверхности
4	Кольцевые	Разностороннее питание	1,0-1,5 ниже пола подвала
5	Пристенные и пластиковые	Подземное питание и верховодка	на уровне пола подвала или основания котлована

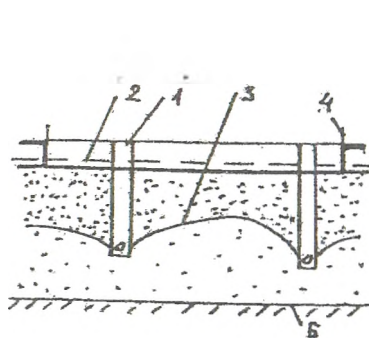
Основными исходными данными для проектирования являются: геологическое строение территории; геоморфологические и гидрогеологические условия грунтов; положение водоупора по отношению к водоносному, слою; мощность водоносного слоя и горизонт грунтовых вод; режим грунтовых вод; план застройки территории.

В зависимости от условий работы различают следующие типы дренажей.

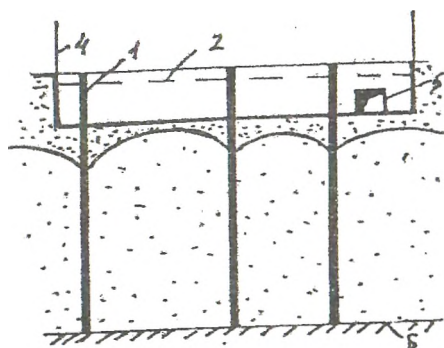
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ДРЕНАЖ применяется на территориях жилых районов, микрорайонов, жилых кварталов, парков и садов. Дрены-осушители, которые собирают инфильтрационные воды, прокладывают внутри жилой застройки по внутримикрорайонным проездам или по незастроенной площади. Дрены-собираатели, объединяющие группы дренаж-осушителей и направляющие собранную воду в коллекторы, прокладывают по второстепенным проездам и улицам. Отводящие коллекторы, сбрасывающие собранную воду в водосточную сеть, водоем или тальвег за пределами городской территории, устраивают по проездам и уличным магистралям (рис. 9а). Наименьшие продольные уклоны труб горизонтального дренажа принимают в следующих значениях (табл. 3).

Таблица 3

№ пп	Элементы дренажа	i прод тип
1	2	3
1	Дрены-осушители:	
	-в глинистых грунтах	0,002
	-в песчаных грунтах	0,003
2	Дрены-собиратели $d = 200+300$ мм	0,0015
3	Магистральные коллекторы $d > 300$ мм	0,0005



горизонтальный



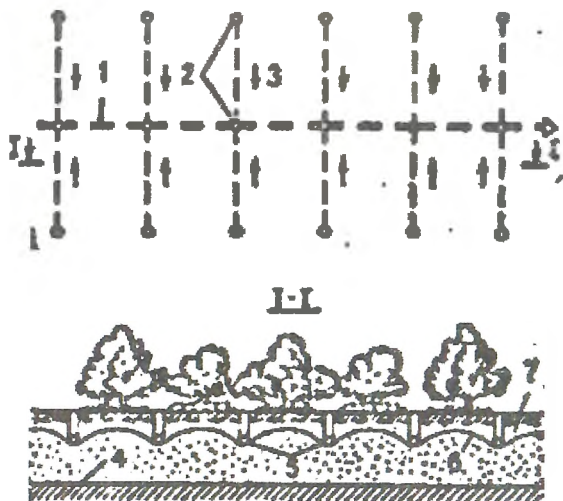
вертикальный

1 - дренажные системы; 2 -бьговой уровень грунтовых вод; 3 -повыженный уровень грунтовых вод;
4 -зона осушения; 5 - коллектор; 6 -водоупор

Систематический дренаж горизонтального и вертикального типа

Систематический дренаж устраивают для понижения уровня подземных вод в пределах больших площадей. Такие участки обычно располагаются в пойменной части рек или на водораздельных плато, имеющих небольшое падение к окраинам. Систематический дренаж устраивают при неглубоком осушении подпочвенного слоя. Средняя норма осушения, достигаемая при этом, 2—2,5 м при расстоянии между дренами-осушителями 100—150 м.

Осушенная территория может быть использована для устройства парков, размещения складских помещений и другой некапитальной застройки. Для жилой застройки осушаемая таким способом территория является малоудобной ввиду большой плотности насыщения ее дренами-осушителями и большого числа пересечений с трубами подземных коммуникаций, что может привести к нарушению конструкции фильтра дренажа (рис. 4).



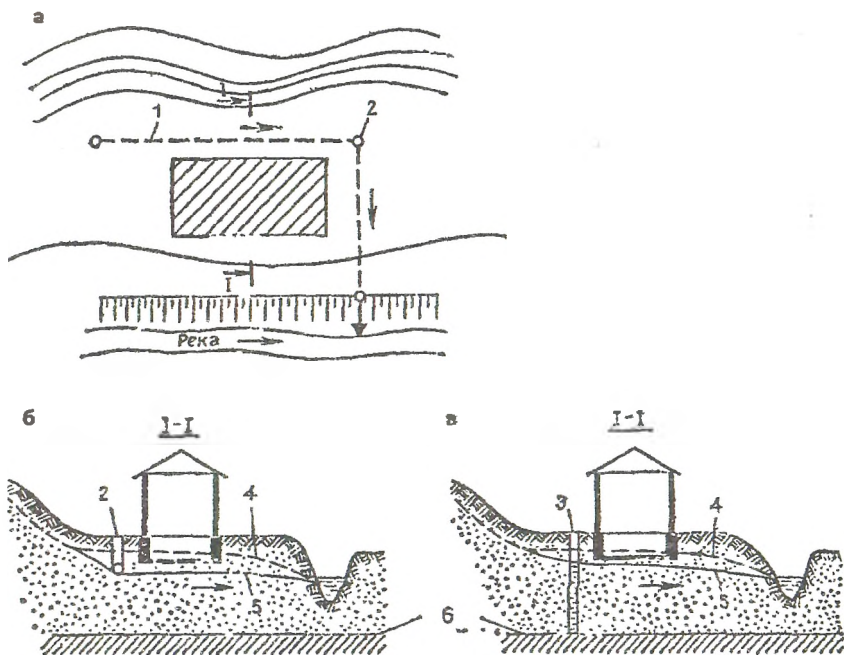
- 1 — дренажный коллектор; 2 — смотровые колодцы; 3 — направление стока;
 4 — водоупор; 5 — дрены-осушители; 6 — пониженный уровень подземных вод;
 7 — непониженный уровень подземных вод

Рисунок 4 — Схема систематического дренажа

Расстояние между дренами-осушителями определяют расчетом. Чем больше принимают глубину заложения дрен осушителей, тем реже располагают отдельные дрены для получения той же нормы осушения. Увеличение глубины заложения дрен при одновременном уменьшении плотности насыщения ими осушаемой территории не всегда приводит к экономии стоимости строительства, так как при увеличении глубины заложения дренажа усложняются условия производства работ.

ГОЛОВНОЙ ДРЕНАЖ применяется для защиты городской территории от подтопления потоками грунтовых вод, притекающих с верховой стороны по течению потока. Система может быть однолинейной: дренаж состоит из одной горизонтальной дрены, являющейся одновременно осушителем, собирателем и отводящим коллектором. Горизонтальные дрены закладываются по верхней границе дренируемого участка для полного или частичного перехвата вод (рис. 96).

Головной дренаж устраивают для перехвата подземных вод, имеющих направление к области дренирования: к реке, оврагу или подошве откоса склона. Его выполняют отдельной линейной дренаем, которую располагают нормально к направлению движения потока подземных вод, поступающих со стороны лежащей выше площадки. При этом защищаемое сооружение остается расположенным ниже головной дрены (рис. 5).



а — план; б — горизонтальный дренаж; в — вертикальный дренаж;
 1 — трасса головного дренажа; 2 — смотровые колодцы; 3 — вертикальная дрена; 4 — непониженный уровень подземных вод; 5 — пониженный уровень подземных вод, 6 — водоупор.

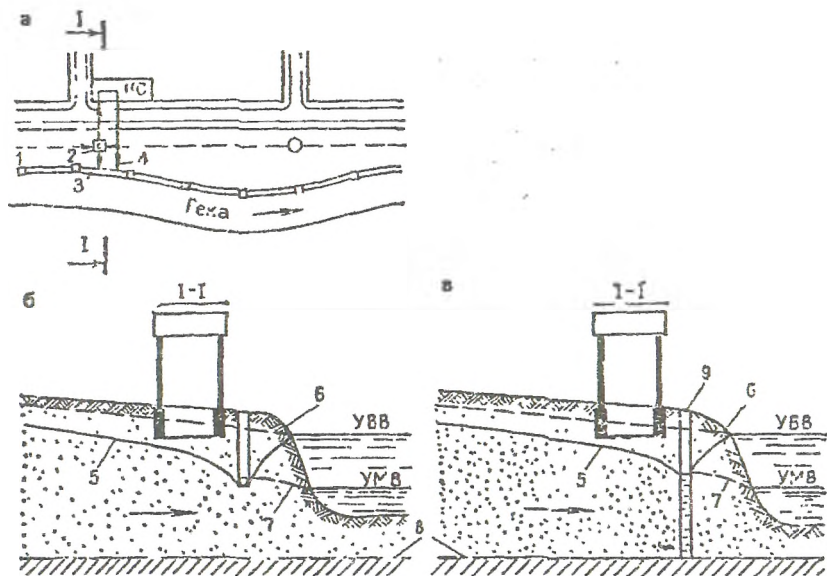
Рисунок 5 — Схема головного дренажа

Наибольший эффект осушения участка получают при расположении дрены на кровле водоупора, т. е. когда дрена будет совершенной. При хорошем инженерном благоустройстве достигается полного осушения участка, расположенного ниже головной дрены. При низкоопущенной кровле водоупора горизонтальная головная дрена может быть заменена завесой из отдельных вертикальных дрен, которая и будет являться перехватывающей головной вертикальной дренай.

БЕРЕГОВОЙ ДРЕНАЖ применяется для защиты территории города от подтопления фильтрационными водами со стороны реки или иного водоёма. Представляет собой линейный дренаж, трассируемый вдоль береговой полосы на расстоянии 25 -100 м от уреза воды (рис. 9в).

Береговой дренаж устраивают для перехвата фильтрующихся вод в глубину берегового склона со стороны реки в период повышенного ее горизонта, а также фильтрующихся вод на придамбовую территорию со стороны водохранилища, когда отметки зеркала водохранилища расположены выше обвалованной территории. Одновременно с этим береговой дренаж защищает близлежащие территории

ды, поступающие к линии регулирования реки или водохранилища со стороны водораздела. Трассу берегового дренажа располагают вдоль берега реки или подошвы дамбы обвалования (рис. 6). Для выпуска воды из дренажа за пределы дамбы обвалования устраивают станцию перекачки.



а — план; б — горизонтальный дренаж; в — вертикальный дренаж;
 1 — трасса берегового дренажа; 2 — водосборный приямок; 3 — самотечный выпуск;
 4 — напорный выпуск; 5 — понижение уровня подземных вод в период прохождения паводка; 6 — кривая подпора при уровне высоких вод (УВВ); 7 — выход грунтовых вод на уровень межениных вод (УМВ); 8 — кровля водоупора; 9 — вертикальный дренаж;
 НС — насосная станция

Рисунок 6 — Схема берегового дренажа

КОЛЬЦЕВОЙ ДРЕНАЖ применяется для защиты подземных (подвальных) помещений от подтопления грунтовыми водами и для осушения территории. Расположение кольцевого дренажа определяется контуром защищаемых участков, групп зданий и сооружений (рис. 9г).

Кольцевой дренаж устраивают для защиты отдельно стоящих зданий или сооружений, если за пределами замкнутого кольца понижение уровня подземных вод не требуется. Воду из дренажа выпускают в сеть ливневой канализации (рис. 7). При небольшой водосборной площади, расположенной в пределах замкнутого кольца, и хорошей организации поверхностного стока уровень подземных вод в замкнутом контуре должен установиться на отметках наполнения воды в дренах кольцевого дренажа. Трассу кольцевого дренажа обычно приближают к наружной части защищаемого сооружения.

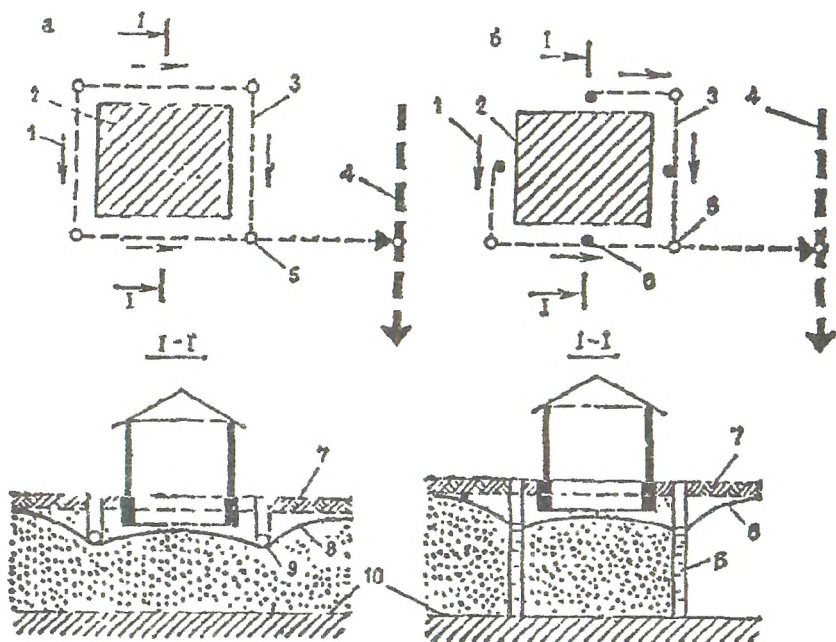


Рисунок 7 — Схема кольцевого дренажа

а — горизонтального; б — вертикального;

1 — направление уклона; 2 — защищаемый объект; 3 — трасса дренажа; 4 — водосток;

5 — смотровые колодцы; 6 — вертикальная дрена; 7 — непониженный уровень подземных вод; 8 — пониженный уровень подземных вод; 9 — дренаж; 10 — волоупор

При заложении кольцевого дренажа ниже отметок подошвы фундаментов стен здания минимальное расстояние между наружной стеной здания и осью дренажа определяют расчетом. При этом колодцы устанавливают так, чтобы стенки траншеи, устраиваемой для прокладки дренажа, находились за пределами возможной передачи давления на них от стен здания (сооружения). Кольцевой дренаж заменяют пристенным дренажем, если подземную часть здания или другого сооружения располагают в непроницаемых или слабопроницаемых грунтах. Пристенный дренаж является типом кольцевого дренажа, в котором конструкцию фильтра дренажа устраивают совмещенной с конструкцией стен здания.

ПЛАСТОВЫЙ И ПРИСТЕННЫЙ ДРЕНАЖИ применяются для защиты от подтопления подвалов отдельных зданий, расположенных на водоупоре. Назначение пластового дренажа заключается в приеме воды из грунта, прилегающего к сооружению, и защите сооружения от проникновения в него грунтовой воды. Пристенный дренаж предназначен для перехвата грунтовых вод и отвода их у фундаментов зданий, причем грунт у подошвы фундамента не осушается. Укладывают пристенные дренажи с наружной стороны фундаментов зда-

ний, они представляют собой дренажные трубы с фильтрационной обсыпкой (рис. 8). Допустимое расстояние от оси дренажа до стены здания определяется по формуле:

$$l_{min} = b + \frac{B}{2} + \frac{H_{op} - h_{\phi}}{tg\varphi}$$

где b - уширение фундамента, м; B - ширина дренажной траншеи, м;

H_{op} - глубина заложения дрены, м; h_{ϕ} - глубина заложения фундамента, м;

φ - угол внутреннего трения грунта, град.

Максимальная глубина дренажных траншей, разрабатываемых открытым способом, не превышает 6 - 8 м. Выбор проектных уклонов дрен определяется гидравлическими условиями их работы: минимальный уклон для дрен-осушителей $d \leq 200$ мм - 2% (глинистый грунт), для дрен-собираателей $d=200 \div 300$ мм - 1,5 %.

Положение пониженного уровня грунтовых вод (УГВ) при работе дренажа описывается депрессионной кривой, радиус которой в условиях установившегося движения подземных вод определяется по формуле И.П. Кусакина:

$$R = 2 \cdot S \sqrt{k \cdot H}$$

где S - требуемое понижение УГВ, м;

k - коэффициент фильтрации водоносного грунта, м/сут.;

H - мощность водоносного пласта, м.

Радиус депрессии определяют по формуле Н.М. Грацианского:

$$R = \frac{H - h}{tg\alpha}$$

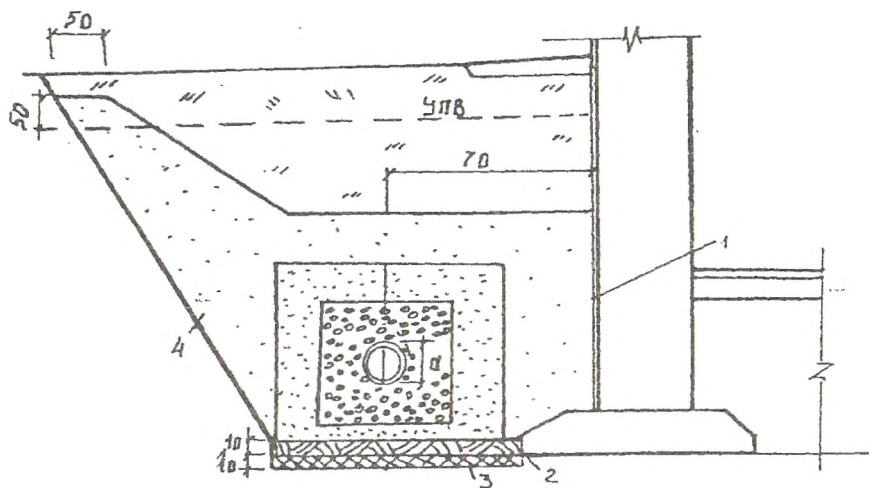
где h - высота слоя воды в дрене, м; α - угол наклона депрессионной кривой.

Значения α и k приведены в табл. 4.

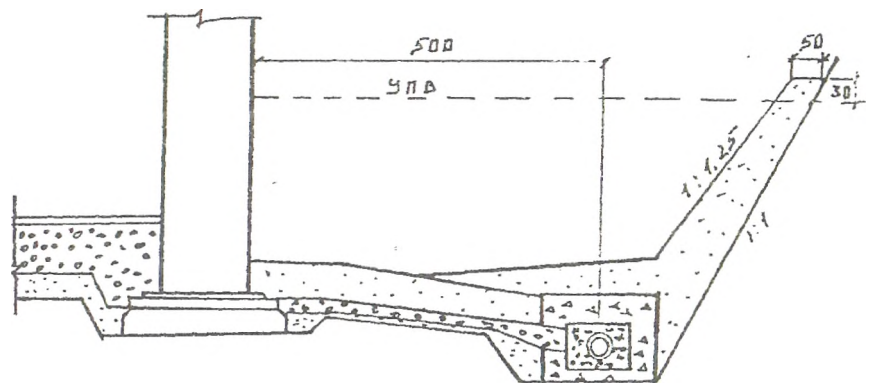
Таблица 4 – Значение параметров $tg\alpha$ и k

№ шп	Грунты	$tg\alpha$	k (м/сут)
1	Песок:		
	крупнозернистый	0,003-0,005	60-200
	среднезернистый	0,005-0,009	20-40
	мелкозернистый	0,009-0,02	5-20
	глинистый	0,02 - 0,04	1-5
2	Суглесь	0,04 - 0,06	0,3 -1,0
3	Суглинок	0,06 -0,10	0,1-0,6

а)

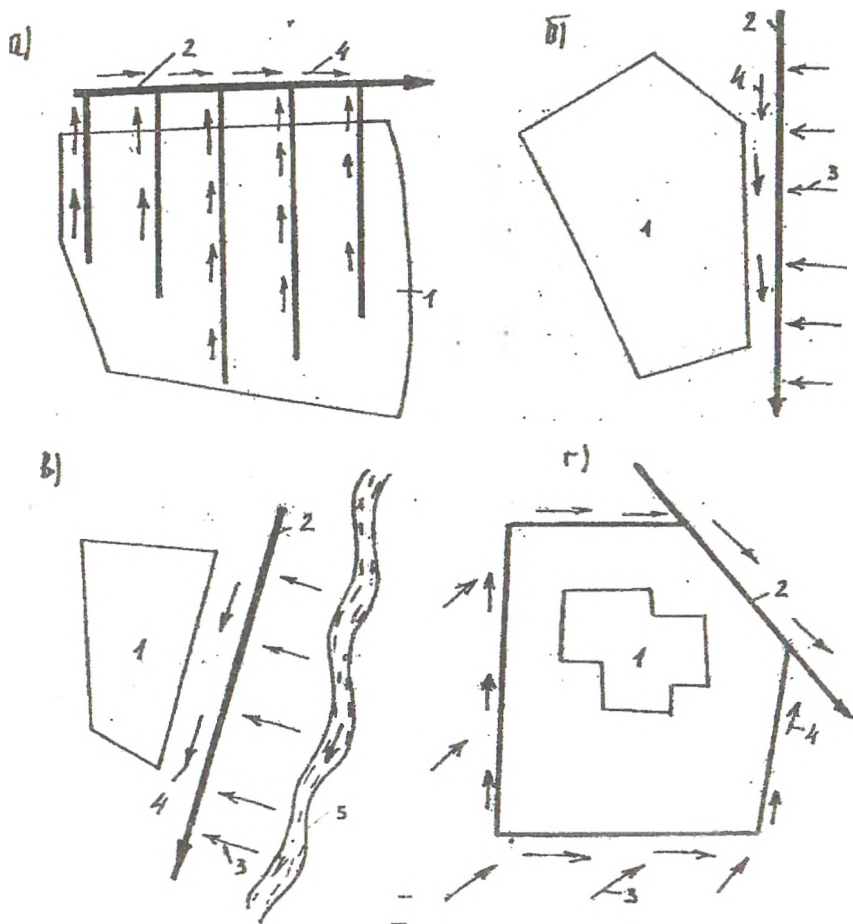


б)



1 - гидроизоляция; 2 - глинобетон; 3 - глина;
4 - среднезернистый песок

Рисунок 8 – Конструкция дренажа
а) пристенного, б)пластового



а) систематический; б) головной, в) береговой, г) кольцевой.
 1 – защищаемая территория; 2 – трасса дренажа; 3 – направление

Рисунок 9 – Схемы дренажей

Кроме указанных систем, существует электродренаж, биодренаж и пластовый дренаж. Указанные системы дренажей применяют в неблагоприятных гидрогеологических условиях или при решении частных задач защиты отдельных сооружений. Биодренаж осуществляют при помощи посадки на заболоченных участках территории растений, потребляющих большое количество влаги в период своего развития. На юге нашей страны (в субтропиках) сажают эвкалипт, в центральных районах страны -- иву и др.

Условия использования территорий, имеющих высокий уровень подземных вод и равнинный характер поверхности, улучшают подсышкой территории и проведением работ по ее вертикальной планировке. Такие мероприятия могут быть рекомендованы при наличии достаточного количества избыточных земляных масс, расположенных близко к строительному объекту.

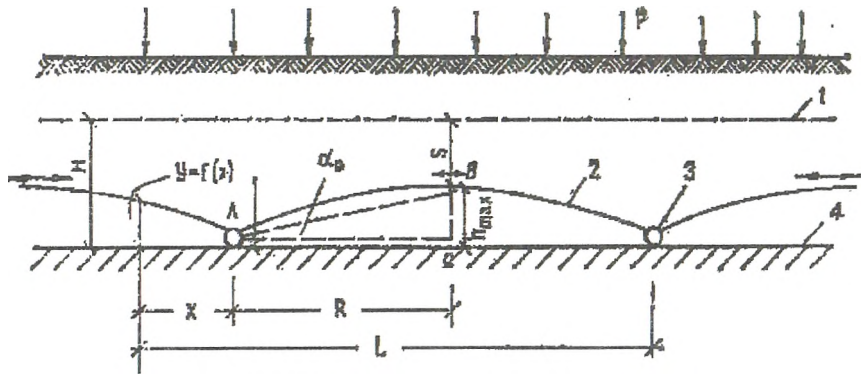
При использовании территорий для градостроительных целей лучшие земли в природном отношении используют для жилой застройки, а менее ценные — для размещения промышленных комплексов и коммунальных зон. Земли, непригодные для жилой застройки и размещения промышленных комплексов, благоустраивают и озеленяют.

В процессе проектирования дренажей выполняют гидрогеологические и гидравлические расчеты. Гидрогеологическим расчетом устанавливают приток подземных вод, т. е. определяют расход грунтовых вод в трубах дренажа, установившийся уровень грунтовых вод в результате работы дрены, глубину заложения и необходимые расстояния между дренами. Гидравлическим расчетом определяют диаметры труб и скорость потока в них в зависимости от проектных уклонов и расходов. Существующая методика гидрогеологических расчетов еще не имеет достаточно простых и законченных расчетных схем. Для гидрогеологических расчетов необходимо иметь следующие данные наблюдений: H — высоту уровня подземных вод над кровлей водоупора, м; k — коэффициент фильтрации грунта, м/сут; p — наибольшую интенсивность инфильтрации осадков в грунт, м/сут; R — радиус влияния дрены, м.

Высоту уровня подземных вод H и коэффициент фильтрации k определяют по данным натурных наблюдений, а для приближенных расчетов k принимают по табличным данным, приводимым в технической литературе.

При отсутствии данных об интенсивности инфильтрации осадков в грунт p их заменяют наибольшей интенсивностью выпадающих осадков. Следует сказать, что значение интенсивности выпадающих осадков соответствует максимальной инфильтрации осадков в грунт в сельскохозяйственных условиях; для городских условий это значение окажется несколько завышенным. Наибольшую интенсивность выпадающих осадков определяют делением наибольшего суммарного месячного слоя осадков на число дней с осадками.

Радиус влияния дрены R определяют по натурным данным или подсчитывают по приближенным формулам, в которых участвует коэффициент фильтрации k . Радиус влияния дрены характеризует расстояние от оси дрены до максимального установившегося уровня грунтовых вод. Линия понижения уровня поверхности грунтовых вод между этими точками, образованная в сечении, которое перпендикулярно к оси дрены, показана на рис. 10.



- 1 – непониженный уровень грунтовых вод; 2 – пониженный уровень грунтовых вод;
3 – дрена-осушитель; 4 – кровля водоупора

Рисунок 10 – Схема притока воды к системе дрена-осушителей совершенного дренажа (поперечный разрез)

При определении радиуса влияния дрена можно упростить решение задачи, спрямив депрессионную кривую, и из полученного треугольника ABC определить значение R:

$$L = (H - S) / \operatorname{tg} \alpha,$$

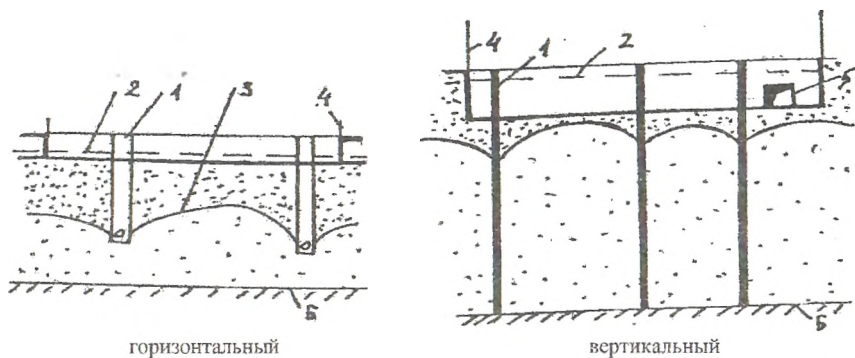
где $\operatorname{tg} \alpha$ определяют на основании натуральных наблюдений в зависимости от типов грунтов (табл. 5).

Таблица 5 – Значение $\operatorname{tg} \alpha$

Грунт	$\operatorname{tg} \alpha$	Грунт	$\operatorname{tg} \alpha$
Крупный песок	0.003-0.005	Торф:	
Песок	0.005-0.02	слаборазложившийся	0.02-0.06
Супесь	0.02-0.05	сильноразложившийся	0.06-0.12
Суглинок	0.05-0.1		
Глина	0.10-0.15		

При разработке технико-экономического обоснования развития города (ТЭО) и эскиза генерального плана проектные организации не всегда могут располагать необходимыми данными наблюдений, выполненных в натуре. Если, например, отсутствуют некоторые характеристики грунтов, необходимые для гидрогеологических расчетов дренажей, то пользуются их средними показателями, приводимыми в соответствующей технической литературе. На последующих стадиях проектирования выполненные ранее проектные решения уточняют по данным натуральных наблюдений.

Учитывая определенную сложность выполнения гидрогеологических расчетов, а также получения исходных данных при проектировании, пользуются упрощенными расчетными схемами, применяемыми в проектной практике.



1 - дренажные системы; 2 -бытовой уровень грунтовых вод; 3 -пониженный уровень грунтовых вод; 4 -зона осушения; 5 - коллектор; 6 -водоупор

Рисунок 11 – Систематический дренаж горизонтального и вертикального типа

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

1. Расчет систематического дренажа совершенного типа.

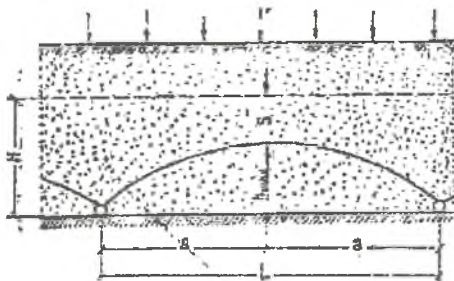


Рисунок 12 – Расчетная схема понижения уровня грунтовых вод для систематического дренажа совершенного типа

Наибольшие трудности возникают при выполнении гидрогеологического расчета дренажа, т. е. при определении расхода грунтовых вод в трубах дренажа, установлении пониженного уровня грунтовых вод в результате работы дрены и необходимого расстояния между дренами.

Расстояние между отдельными дренами-осушителями зависит от принимаемой глубины заложения дрен для достижения требуемой нормы осушения и определяется расчетом. Расстояние между дренами-осушителями для дренажа совершенного типа, м, определяют по формуле Ротз:

$$L = 2 \cdot (H - S) \sqrt{\frac{k}{\rho}}$$

где S - необходимое понижение уровня грунтовых вод, м; H — высота непониженного уровня подземных вод над кровлей водоупора, м; k — коэффициент фильтрации грунта, м/сут; ρ - наибольшая интенсивность инфильтрации осадков в грунт, м/сут.

Коэффициент инфильтрации определяют по формуле: $\rho = k \cdot tg^2 \alpha$.

Расход грунтовых вод, м³/сут на 1 м дрены, при расстоянии L между дренами определяют по формулам:

$$\begin{aligned} q_{\max} &= P_{\max} \cdot L; \\ q_{\min} &= P_{\min} \cdot L \end{aligned}$$

или

$$q = 2 \cdot a \cdot p \quad (\text{при } L = 2 \cdot a).$$

Расход грунтовых вод в дрены на длине l , м, будет равен:

$$Q = \rho \cdot L \cdot l \quad \text{или} \quad Q = 2 \cdot a \cdot p \cdot l.$$

Пример расчета. Дано: $H = 2$ м; $S = 0,5$; $k = 10$ м/сут; $k = 0,01$ м/сут; $l = 250$ м. Требуется определить расстояние L между дренами-осушителями, расход на 1 м длины дрены и расход Q на всей длине дрены-осушителя. Получим:

$$L = 2(2 - 0,5) \sqrt{\frac{10}{0,01}} = 3 \cdot 31,62 = 94,86 \text{ м};$$

$$q = 0.01 \cdot 94.86 = 0.949 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q = 0.949 \cdot 250 = 237.25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

или

$$Q = \frac{237.25 \cdot 1000}{24 \cdot 62 \cdot 60} = 2.74 \text{ л/с.}$$

При определении расстояния между дренами L слой инфильтрации осадков в грунт принимают p_{\max} . Расход грунтовых вод определяют при p_{\max} и p_{\min} . Максимальные скорости в трубах дренажа $\sigma_{\max} = 1$ м/с, минимальные $\sigma_{\min} = 0.6$ м/с.

2. Расчет систематического дренажа несовершенного типа.

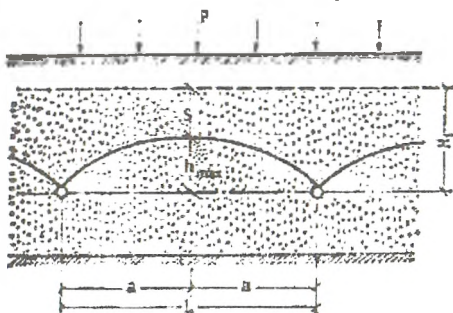


Рисунок 13 – Расчетная схема понижения уровня грунтовых вод для систематического дренажа несовершенного типа

При глубоком залегании кровли водоупора проектируют дренаж несовершенного типа, дренаж которого погружают под основной горизонт в толщу водоносного слоя. При этом подземные воды будут поступать к дрене со всех сторон по ее периметру (рис. 13).

Расстояние между дренами $L = 2a$ и высоту стояния уровня подземных вод между дренами над уровнем наполнения воды в дрене определяют из уравнения, выведенного А. Н. Костяковым:

$$h_{\max} = \frac{p}{\pi \cdot k} 2a \cdot \ln\left(\frac{2a}{d}\right),$$

где d – диаметр дрены (при наличии фильтрующей обсыпки измеряют ее шпирину), м, а также по формулам С. Ф. Аверьянова и др.

По формуле С.Ф. Аверьянова:

$$L = T \sqrt{\frac{8 \cdot k \cdot y_{\max}}{\rho \cdot T} \left(1 + \frac{y_{\max}}{2 \cdot T} + B^2 - B\right)}$$

где T – расстояние от центра дрены до водоупора, м;

$$y_{\max} = H_1 - S;$$

$$B = 2.94 \cdot \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi \cdot r_c}{T}}$$

где H_1 – глубина погружения дрен, м; r_c – радиус дрены, м.

Уравнение А.Н. Костякова проще для вычислений, но, как показывает практика, дает завышенные результаты. Формула СФ. Аверьянова громоздкая и требует дополнительных вычислений.

Величина $2a$ в формуле А.Н. Костякова находится под знаком логарифма, поэтому значение ее определяют способом подбора. Для этого строят график в прямоугольных координатах, на котором по оси абсцисс откладывают ряд значений $2a$, а по оси ординат – соответствующие им значения h_{\max} , определенные из уравнения. Полученный на графике ряд точек, расположенных в местах пересечения соответствующих абсцисс и ординат, соединяют между собой. Пересечение абсциссы заданного значения h_{\max} с построенной на графике линией и определит искомое значение $2a$, т. е. расстояние между двумя дренами (рис. 14).

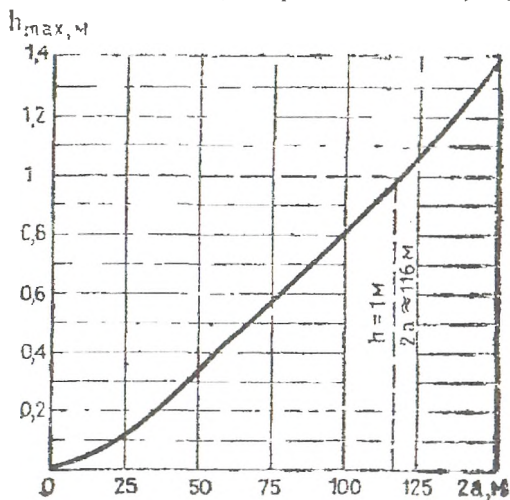


Рисунок 14 – График высоты стояния уровня подземных вод между дренами
 $h_{\max} = f(2a)$ при $p = 0.01 \text{ м/сут}$ и $k = 2 \text{ м/сут}$.

3. Проектирование берегового дренажа горизонтального типа.

При выполнении гидрогеологического расчета берегового дренажа определяют приток воды к дренаю, строят депрессионные кривые, определяют диаметр труб и уклоны дренаей.

Гидрогеологические расчеты могут быть выполнены для различных расчетных схем подпора грунтовых вод со стороны реки, при нормальном горизонте (уровне) воды в реке или водохранилище, а также при максимальном уровне подпора воды в реке (водохранилище). Кровля водоупора может иметь горизонтальное или наклонное положение, располагаться непосредственно под дном реки или быть опущена ниже дна реки на некоторую глубину.

Количество фильтрационных вод, поступающих со стороны реки в дренаю, зависит от принятого расстояния между осью береговой дренаей и линией регулирования реки (водохранилища). При удалении дренаей от линии регулирования реки в сторону берегового склона поступление фильтрационных вод в дренаю

снижается (рис. 15). Из графика зависимости дебита дренажа Q_0 , при различном удалении дрены от линии регулирования реки на расстояние l следует, что дебит дрены является функцией ее удаления от линии регулирования реки на расстояние l .

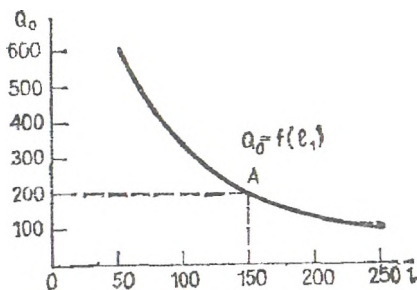


Рисунок 15 – График зависимости дебита дренажа Q_0 от расстояния дренажа до береговой линии водоема l .

При расположении береговой дрены от линии регулирования реки на расстояние до 150 м (точка А на рис.

15) резко снижается дебит дренажа, а при удалении дрены на более значительное расстояние происходит постепенное его снижение. При выборе оптимального расположения трассы дренажа по отношению к линии регулирования реки уменьшаются эксплуатационные затраты на перекачку дренажных вод за пределы дамбы обвалования. Оптимальное расстояние расположения дрены берегового дренажа по отношению к линии регулирования реки определяют расчетом.

Выполнение гидрогеологических расчетов берегового дренажа по конкретным расчетным схемам представляет определенные трудности как в части вычислительных работ, так и в части получения исходных данных для проектирования, поэтому осуществляется подготовленными для этого специалистами.

4. Расчет головного горизонтального дренажа. Проектирование головного дренажа.

Головной дренаж защищает сооружение от поступающих к нему подземных вод из области питания (считая от водораздела) и имеющих направление к области дренирования (пойма реки, овраг и т. п.).

В гидрогеологическом расчете определяют глубину заложения дренажа и приток грунтовых вод к дренам, т. е. дебит дрены. Ширина полосы, расположенной между осью проектируемой головной дрены и областью дренирования (пойма реки, тальвег оврага), обычно бывает значительно меньше верховой площади, расположенной в пределах области питания. Учитывая это, дебит дрены определяют при одностороннем притоке подземных вод к ней со стороны водораздела. Головная дрена может быть расположена на водоупорных грунтах, а также выше кровли водоупора. Это будет зависеть от геологических условий, а также от отметок защищаемого сооружения.

Наибольший эффект работы дренажа будет наблюдаться при расположении дрены на кровле водоупора. Для определения дебита дрены необходимо иметь данные о коэффициенте фильтрации грунта, мощности водоносного слоя, а также радиусе влияния дрены в направлении притока подземных вод, который устанавливают по натурным данным или определяют из подсчетов по приближенным формулам.

Для определения дебита однолинейных горизонтальных дрен с односторонним притоком грунтовых вод в расчете на 1 м длины используют формулу Дюпюи (рис. 16):

$$g = k \cdot \frac{H^2 - h^2}{2 \cdot R},$$

где h - высота слоя воды в дрене, м.

Значение для кривой депрессии определяют по формуле Р.Р. Чугаева:

$$y = \sqrt{\frac{x}{R} \cdot (H^2 - h^2) + h^2}.$$

Пренебрегая высотой слоя воды в дрене (h), получим:

$$y = \sqrt{\frac{x}{R} \cdot H^2} = H \cdot \sqrt{\frac{x}{R}}.$$

Максимальное значение

$$y_{\max} = H.$$

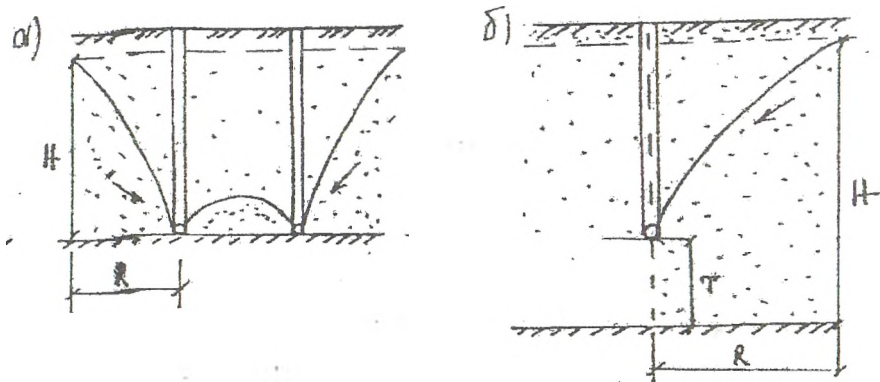
Дебит дрен несовершенного типа определяют по формуле А.Б. Романова:

$$g = k \cdot \left[\frac{S}{R} + \frac{\pi \cdot (H - T)}{\lg \frac{T}{\pi \cdot r_c} \cdot \frac{\pi \cdot R}{2 \cdot T}} \right].$$

Общий дебит в дрене определяют по формуле:

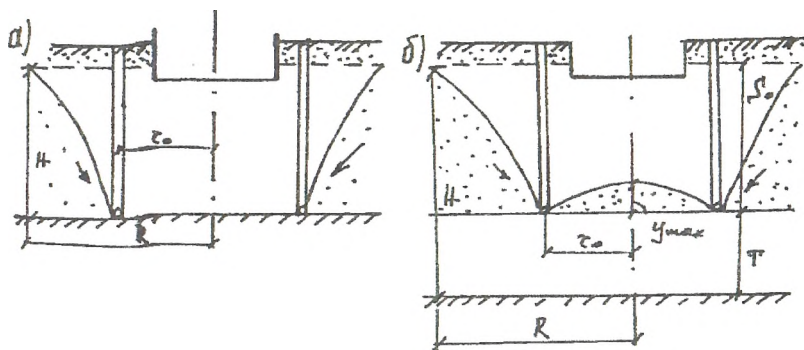
$$Q = g \cdot b,$$

где b - длина дрены, м.



- а) совершенного типа;
б) несовершенного типа

Рисунок 16 – Схема к расчету головного дренажа



а) совершенного типа;
 б) несовершенного типа.

Рисунок 17 – Схема к расчету кольцевого дренажа

5. Расчет кольцевого горизонтального дренажа.

Проектирование кольцевого дренажа. При проектировании кольцевого дренажа главное внимание уделяют выбору расположения трассы дренажа, установлению места и возможной отметки выпуска дренажа, проектированию дренажа в профиле с учетом отметок защищаемой подземной части здания или сооружения.

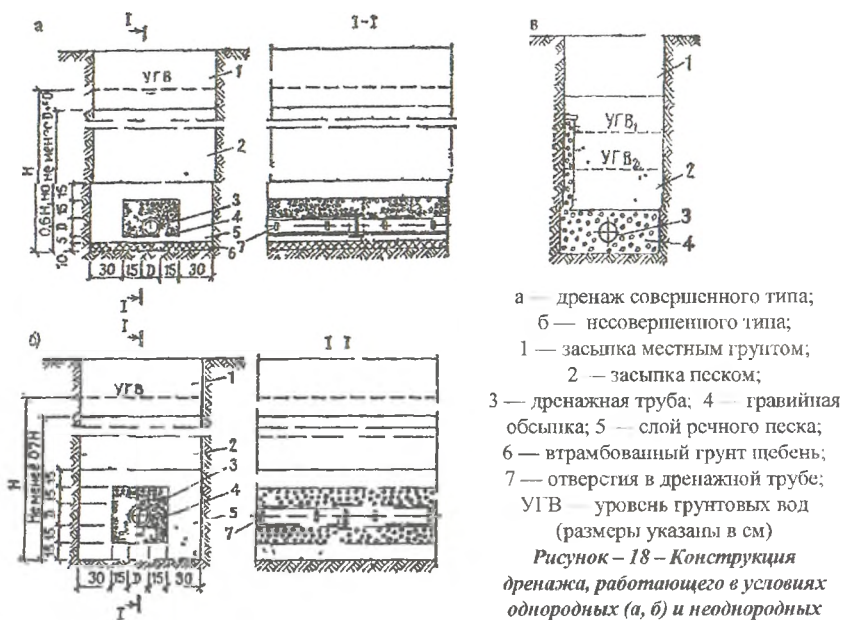
В условиях проницаемых грунтов трассу кольцевого дренажа удаляют от стен здания на расстояние, обеспечивающее возможность размещения подземных коммуникаций, располагаемых между дренажом и фундаментами стен здания. В этом случае вводы в здания от сети подземных коммуникаций не будут иметь пересечений с конструкцией фильтра дренажа. В условиях слабопроницаемых грунтов (глинистые грунты) для обеспечения наибольшей эффективности работы кольцевого дренажа его трассу приближают к фундаментам стен здания и проектируют пристенный дренаж.

На продольный профиль, составленный по оси кольцевого дренажа, наносят геологический разрез с указанием уровней подземных вод и снесенные на профиль линии и отметки конструкций подземной части сооружений, отметки подошвы фундаментов и полов сооружений, а также подземных коммуникаций, расположенных в местах пересечения с конструкцией дренажа. С учетом нанесенных на продольный профиль данных проектируют дренаж в профиле. Расстояние между отметкой пола защищаемого сооружения и верхом трубы проектируемого дренажа не должно быть менее 0,5 м.

При защите от подтоплений отдельно стоящих зданий протяженность трассы кольцевого дренажа получается несколько больше наружного периметра стен здания. Ввиду небольшой протяженности дренажа расходы воды в трубах получаются небольшие, и диаметры труб обычно назначают конструктивно с учетом условий эксплуатации сети, но не менее 0,15 м. Пропускная способность

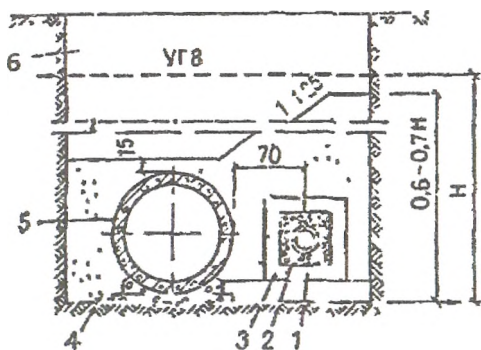
труб указанных диаметров при соответствующих уклонах обычно обеспечивает пропуск полученных расчетных расходов воды. Дебит кольцевых дренажей может быть определен с достаточным приближением, так как отсутствуют соответствующие аналитические решения.

Конструкция закрытого дренажа зависит от геологического строения грунтов, намечаемой организации производства работ, а также наличия инертных материалов, из которых будет устраиваться фильтр дренажа. Конструкция дренажа должна быть надежна в эксплуатации и проста в исполнении. Диаметр труб по эксплуатационным соображениям не должен быть менее 0,15 м. Водоприемные отверстия при использовании коротких труб располагают на зазорах стыков труб с учетом неплотного их примыкания. На длинномерных (асбестоцементных) трубах делают специальные пропилы или по периметру трубы отверстия диаметром 10 мм на расстоянии 0,5–0,7 м между их рядами. На рис. 18 приведены применяемые в настоящее время конструкции закрытого дренажа, работающего в условиях однородных и неоднородных грунтов.



При неоднородных грунтах гравийную обсыпку поднимают над дренажем на высоту, которая будет обеспечивать перехват потока грунтовых вод из слоев, обладающих наибольшей проводимостью. Толщину гравийной обсыпки дренажа по условиям производства работ и опытным данным принимают 10—12 см.

При глубоком заложении сети ливневой канализации и высоком стоянии уровня подземных вод возможна совмещенная прокладка дренажа с трубами ливневой канализации (рис. 19). Смотровые колодцы на сети дренажа устраивают сборные, как и на трубах ливневой канализации, диаметром 0,3—0,5 м.



- 1 — дренажная труба;
- 2 — гравийная обсыпка; 3 — слой речного песка; 4 — засыпка песком;
- 5 — водосточная труба; 6 — засыпка местным грунтом

Рисунок 19 — Дренаж, совмещенный с водостоком

Схема кольцевого дренажа представлена на рис.17.

При практических расчетах в первую очередь устанавливают радиус r_0 равновеликого круга, к которому приводят реальный контур дренажа:

- при прямоугольной форме:

$$r_0 = \frac{P}{2 \cdot \pi};$$

- при многоконтурной фигуре:

$$r_0 = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_n^2},$$

- при более сложных формах:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}},$$

где P - периметр контура, м;

F - площадь контура, m^2 .

Основной приток воды к дрене совершенного типа поступит с внешней стороны контура. Его значение определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (2 \cdot H - S_{op}) \cdot S_{op}}{\ln \frac{R_0}{r_0}},$$

где S_{op} - понижение воды в дрене.

При несовершенном дренаже приток определяют по формуле:

$$Q = \pi \cdot k \cdot S_0 \cdot \left(\frac{S_0}{R} + \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot T \cdot r_0}{T \cdot \ln \frac{8 \cdot r_0}{r_c} + 2 \cdot r_c \cdot \varphi} \right),$$

где φ - коэффициент, равный $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$, определяется в зависимости от соотношений $\frac{r_0}{T}$ и $\frac{R}{T}$ (табл. 6).

Таблица 6

$\frac{r_0}{T}$ или $\frac{R}{T}$	5	10	25	50
φ_1	4	3	1,9	1,3
φ_2	4	3,2	2,0	1,2

Остаточный напор в центре контура находят по формуле:

$$y_{\max} = S_0 \cdot \frac{\ln \frac{8 \cdot r_0}{r_c} - \pi + 2 \cdot \frac{r_0}{T} \cdot F}{\ln \frac{8 \cdot r_0}{r_c} + 2 \cdot \frac{r_0}{T} \cdot \varphi},$$

где F - функция $\frac{r_0}{T}$, определяется по графику 1 (прил.1).

6. Расчет пристенного и пластового дренажей.

Расчет дренажей заключается в определении притока грунтовой воды и построения депрессионных кривых в сторону от дренажа.

Суммарный приток воды к пристенному дренажу при работе в безнапорных условиях можно определить по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (2 \cdot H - S_{dp}) \cdot S_{dp}}{\ln \frac{R}{r_0}},$$

(обозначения те же, что и для кольцевого горизонтального дренажа).

Приток воды к пластовому дренажу определяют по формуле:

$$Q = \pi \cdot k \cdot S \cdot \left(\frac{S}{\ln \frac{R}{r}} + \frac{2 \cdot r_0}{F_{dp}} \right),$$

где F_{dp} - показатель гидравлического сопротивления, значение которого находят по графику 2 (прил.1).

Кривую депрессии в сторону от дренажа строят по уравнению:

$$y = T + S \sqrt{1 - \frac{\ln \frac{R}{x}}{\ln \frac{R}{r_0}}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Клиорина, И.И. Инженерная подготовка городских территорий / И.И. Клиорина, В.А. Осип, М.С. Шумилов. – М.:Высш.шк.,1934.
2. Канализация. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.03-85. – М.,1936.
3. Билеуш, А.И. Справочник по проектированию инженерной подготовки застраиваемых территорий / А.И. Билеуш, Г.А. Заблоцкий, В.В. Леонович. – Киев: Будівельник,193 с.
4. Евтушенко, М.Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест / М.Г. Евтушенко, Л.В. Гуревич, В.Л. Шаfran. – Москва: Стройиздат, 1982.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

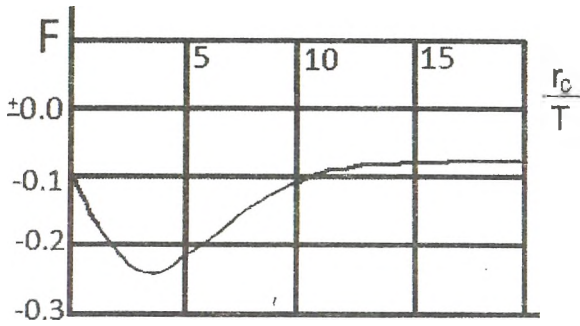


График 1 функции F

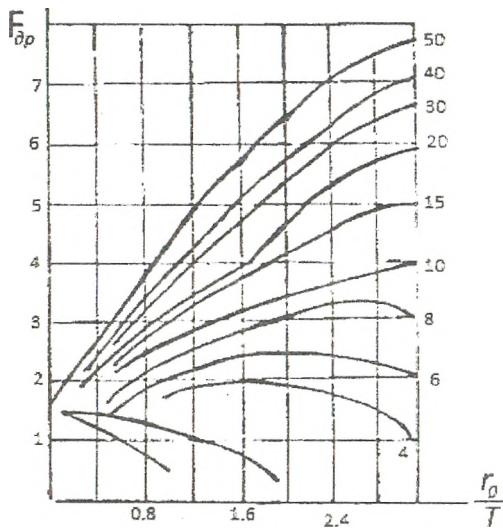


График 2 функции F_{dp}

Учебное издание

Составитель:
Гуторова Тамара Владимировна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по расчёту и проектированию дренажных систем
по дисциплине
«Инженерная подготовка городских территорий»**

для студентов специальности
1 – 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
всех форм обучения

Ответственная за выпуск: *Гуторова Т.В.*
Редактор: *Боровикова Е.А.*
Компьютерная вёрстка: *Боровикова Е.А.*
Корректор: *Никитчик Е.В.*

Подписано к печати 11.12.2015 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Усл. п.л. 2,1. Уч.-изд.л. 2,25. Гарнитура Times New Roman. Тираж 50 экз.
Заказ № 1263. Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.