

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
код и наименовании направления

Проектирование дренажной системы территории бизнес-центра

Руководитель _____ доцент, к.т.н. Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Д.В. Куконков
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ доцент, к.т.н. Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит листов, 5 таблиц, , 10 источников литературы, графическая часть содержит 6 листов формата А1 и А3.

Объектом разработки проекта является Территория бизнес-Центра, расположенный в Красноярском крае.

Цель проекта — проектирования дренажной и ливневой канализационной систем, для защиты территория от подтопления.

В данном проекте необходимо определить расходы поверхностных и подземных вод, выполнить гидравлический и геодезический расчет дренажной и ливневой канализационной систем.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Дренажная система	6
1.1 Причины переувлажнения территорий	6
1.2 Методы защиты от подтопления	7
1.3 Классификация дренажей.....	10
1.4 Конструкция дренажной системы	13
1.5 Проектные решения	25
1.6 Системы защиты сооружений от подземных вод.....	26
1.7 Гидрогеологический расчет дренажной системы.....	27
1.8 Гидравлический расчет дренажной системы	28
1.9 Геодезический расчет дренажной системы.....	29
1.10 Оценка эффективности дренажной системы	32
1.11 Выбор материала труб для устройства дренажной системы.....	32
1.12 Смотровые колодцы.....	33
1.13 Обсыпка трубчатого дренажа	34
1.14 Расчёт расходов поверхностного стока	35
1.15 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока	38
2. Технология разработки грунта и прокладки труб	43
2.1 Технология земляных работ.....	43
2.2 Способы разработки грунта	43
2.3 Способы уплотнения грунта	45
2.4 Расчет объемов земляных работ	46
2.4.1 Определение размеров траншеи	46
2.4.2 Определение объемов работ по разработке грунта в котловане и траншее.....	47
2.4.3 Определение объемов работ по срезке растительного слоя грунта с котлована и траншеи.....	47
2.4.4 Определение объемов работ по зачистке дна котлована и траншеи	48
2.4.5 Определение объема засыпки дренажной системы.....	48
2.4.6 Соединение дренажных труб	49
Заключение	50
Список использованных источников	51

ВВЕДЕНИЕ

Слово «дренаж» происходит от английского глагола «todrain», т. е. «отводить», что достаточно хорошо соответствует самому существу работы дренажных устройств, выполняющих функцию отвода (осушения) подземных вод из водонасыщенной толщи по вновь создаваемым искусственным подземным путям.

Для этого в водоносном пласте прокладывают «каналы-осушители», или «дрены», которые непосредственно отбирают (осушают) воду из грунта и подводят ее к различного рода проводящим (транспортирующим) устройствам, служащих для быстрого вывода дренажных вод в естественные (реки, озера, овраги, моря и т.п.) или искусственные (каналы, пруды, водохранилища, приемные резервуары и т.д.) водоприемники.

Таким образом, подземные дренажи представляют собой особого рода подземные сооружения, которые позволяют искусственно понижать уровень подземных вод (осушать водоносный пласт) на участках с повышенным его положением в течение длительного времени (десятки лет). В ряде случаев тот же эффект может быть достигнут перехватом подземных вод подземным дренажем, проложенным по верхней или нижней (по потоку) границе дренируемой территории.

Подземные дренажи предназначены для улучшения общесанитарных, агротехнических и строительных условий на промышленных площадках и городских территориях, характеризующихся неблагоприятным (повышенным) уровнем подземных вод, или для защиты от подтопления расположенных на этих территориях подземных сооружений и коммуникаций.

Основное требование, предъявляемое к подземным дренажам при промышленном и городском строительстве, состоит в том, чтобы пониженный в результате их действия уровень подземных вод располагался не выше определенной глубины от поверхности земли, т.е. иначе говоря, чтобы была выдержана так называемая норма осушения.

Исходя из общесанитарных требований, глубина залегания подземных вод в условиях промышленной и городской застройки должна быть не менее 1,5 м от поверхности земли; эта глубина обычно отвечает и требованиям предупреждения пучения пылеватых и глинистых грунтов, служащих естественным основанием для дорожных покрытий городских улиц и заводских проездов. Для нормального развития и существования различных древесных и кустарниковых пород также необходимо, чтобы уровень подземных вод не залегал выше определенной глубины, так как в противном случае им угрожает гибель от вымокания. Эта глубина различна для разных пород: например, для тополя она составляет примерно 0,4 м, для сосны около 1 м, для фруктовых деревьев 1-1,5 м и более, что не выходит обычно за пределы нормы осушения, назначаемой по санитарным требованиям.

Основными видами подземных сооружений и коммуникаций в городах и на промышленных предприятиях, нуждающихся в защите от подтопления под-

земными водами с помощью подземного дренажа, являются фундаменты и подвалы зданий, туннели и подземные галереи, теплофикационные каналы и т.п.

Для защиты указанных сооружений от подтопления необходимо, чтобы пониженный уровень подземных вод располагался ниже их оснований не менее чем на 0,5 м.

Учитывая реальные глубины залегания подземных сооружений, среднее значение нормы осушения для городов с многоэтажной застройкой и крупных промышленных предприятий практически можно принимать равным 3-3,5 м, а для небольших городов и поселков (при отсутствии подвалов и глубоких фундаментов) – 1,5 м.

1 Дренажная система офисного здания

1.1 Причины переувлажнения территорий

В большинстве случаев переувлажнение территории является следствием некоторой комбинации причин, которые в общем случае могут быть естественными (природными) и искусственными (антропогенными, техногенными – связанными с деятельностью человека).

Определение причин переувлажнения, расположения зон подтопления земель является необходимым и значимым этапом в разработке системы водопонижения. На основании выявления причин переувлажнения возможна разработка эффективной и экономичной конструкции дренажей.

Среди естественных причин можно выделить локальные и региональные причины. Региональной естественной причиной переувлажнения земель и подтопления территорий является превышение суммарного количества осадков за год над суммарным испарением и транспирацией (потребления воды растениями).

Среди локальных причин можно выделить геологические, топографические, гидрологические причины переувлажнения.

Геологические причины переувлажнения – особенности геологического строения от поверхности до глубины 6-10 м (применительно к ландшафтному строительству). Количество слоев грунта и водно-физические характеристики каждого слоя могут варьироваться в широком диапазоне.

Топографические причины переувлажнения – особенности рельефа территории строительства. Наличие холмов и возвышенных гряд, разделенных ложбинами и тальвегами, естественные террасы, замкнутые понижения и речные долины – все эти элементы рельефа придают особую привлекательность территории как объекту ландшафтного строительства, но при этом значительно возрастает сложность инженерного освоения территории. Задачи водопонижения и водоотведения особенно актуальны в пониженных частях рельефа, где концентрируется сток поверхностных и грунтовых вод.

Гидрологические причины переувлажнения – влияние естественной гидрографической сети (рек, ручьев, озер и т.д.) на водный режим прилегающей территории. В первую очередь – подпор грунтовых вод территории водами водоприемника.

Поскольку, с практической точки зрения, наиболее актуальной является задача схематизации природных условий, рассмотрим наиболее распространенные схемы образования зон подтопления под воздействием природных факторов.

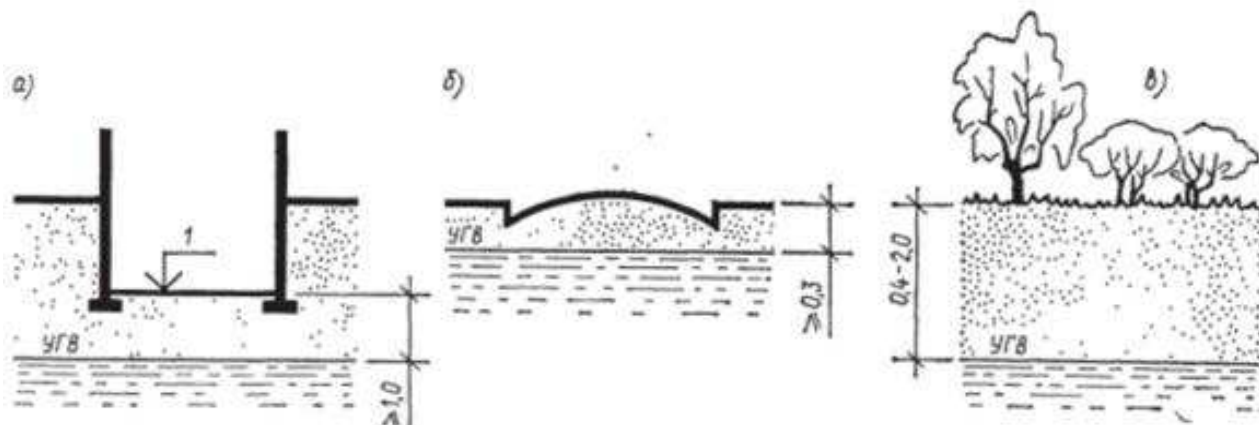
Равнинные территории с минимальными уклонами поверхности земли и УГВ. При малых уклонах поверхности отсутствует поверхностный сток, как следствие, увеличение инфильтрации в грунт. При малых уклонах УГВ движение грунтовых вод практически отсутствует. В результате влияния

двух этих факторов, даже при хорошо водопроницаемых грунтах, образуются зоны подтопления.

1.2 Методы защиты от подтопления

Территории относят к подтопляемым, если УГВ на них может временно или постоянно, в зависимости от режима грунтовых вод, оказаться в зоне размещения подземной части зданий или сооружений. Поэтому на участках с грунтовыми водами, залегающими близко от поверхности земли, их уровень следует понижать таким образом, чтобы не нарушать условия произрастания зеленых насаждений и защитить подземные части зданий и сооружений, обеспечить нормальную их эксплуатацию. Требуемую величину понижения УГВ называют нормой осушения. Назначают ее в зависимости от конструктивных особенностей подземной части зданий и сооружений, проектной поверхности участков зеленых насаждений и деревьев (рис. 1).

В соответствии с санитарными и техническими требованиями минимальную глубину УГВ от поверхности земли задают не менее 2-3 м на участках, предназначенных под застройку жилыми и общественными зданиями и не менее 1,5 м на участках, занятых зелеными насаждениями. При этом обязательно учитывают высоту капиллярного поднятия воды, которая может повлиять на эксплуатацию защищаемых объектов.



а – под зданием; б – под дорогами; в – на территориях зеленых насаждений

Рисунок 1 – Схема к определению нормы осушения

Методы защиты территорий и сооружений от подтопления подразделяют на профилактические и радикальные.

При профилактических мероприятиях необходимо учитывать возможность усиления дренающего действия естественных мест разгрузки подземных вод. Это может быть эффективно на территориях, расположенных в непосредственной близости от реки, когда подземные воды гидравлически с ней связаны. В этом случае регулирование русла реки может привести к снижению

уровня грунтовых вод на прибрежной территории. Не менее важно сохранение условий естественного дренирования подземных вод в понижениях рельефа. Если при вертикальной планировке территории предусматривается их засыпка, следует устраивать дренаж и оборудовать водосбросы до проведения земляных работ. Профилактические предупреждают подтопление и сводятся в основном к организации поверхностного стока, правильной эксплуатации водосодержащих подземных коммуникаций, устройству защитной гидроизоляции или профилактических дренажей. На прибрежных территориях защиту от подтопления, в том числе и профилактическую, решают в комплексе с другими мероприятиями инженерной подготовки. В районах, где территории обводняются не за счет грунтовых вод, а в результате конденсации водяных паров, профилактическим методом защиты может служить создание в основании сооружения вентиляционных каналов, обеспечивающих благоприятные условия для испарения влаги, накапливающейся в порах грунта.

Радикальные методы защиты от подтопления используют на территориях с высоким и постоянным уровнем грунтовых вод или потенциально подтопляемых. В зависимости от характера причин подтопления методы включают устройство сооружений, искусственно понижающих УГВ, или сочетание этих сооружений с профилактическими мероприятиями, описанными выше.

Дренажи являются сооружениями, предназначенными для искусственного понижения УГВ в соответствии с требуемой нормой осушения. Движение грунтовых вод к дренажу происходит благодаря избыточному давлению (напору) в жидкости, который поддерживается на уровне воды в дренах, пониженный уровень в них обеспечивается бесперебойным сбросом дебита в водоприемник, которым может служить канализационная сеть или же водоем. В отдельных случаях может возникнуть необходимость перекачки дренажных вод в водоприемник, например, при заложении дрена ниже отметки воды в нем.

Предупредительные мероприятия по защите от подтопления застройки – это пассивные методы их можно подразделить на 9 типов:

- 1) вертикальная планировка;
- 2) дождевая канализация;
- 3) гидронамыв и подсыпка территорий;
- 4) гидроизоляция зданий и сооружений;
- 5) противofильтрационные завесы («стены в грунте»);
- 6) предотвращение утечек из водонесущих коммуникаций;
- 7) профилактические дренажи сетей и сооружений;
- 8) сохранение естественного подземного стока;
- 9) вентиляция подземных частей зданий и сооружений.

Мероприятия имеют разную степень влияния на защиту от подтопления. Некоторые являются общими по территории (1-3), другие – локальными для отдельных зданий и сооружений (4-9).

Вертикальная планировка – это комплексное преобразование естественного или существующего рельефа территории города для размещения зданий, сооружений, дорожно-транспортных коммуникаций и организации поверх-

ностного стока атмосферных вод. Она является основной частью инженерной подготовки территории. Рельеф с уклонами 0,005-0,1 на необводнённых непро-сачочных грунтах наиболее благоприятен для городского строительства. Суще-ственно повлиять на уменьшение подтопления города средствами вертикальной планировки нельзя. Вертикальная планировка должна быть увязана с уличной сетью, которая принимает поверхностный сток талых и дождевых вод от за-стройки и сбрасывает в систему дождевой канализации.

Дождевая канализация – К2 предназначена для отведения поверхностных сточных вод с городской территории. Водоотводящая сеть поверхностного стока проектируется согласно требованиям СП 32.13330.2018.

Устройство сети К2 не может понижать уровень грунтовых вод, если только она не совмещена с дренажом.

Гидронамыв и подсыпка территорий применяют как средство ухода от высокого уровня грунтовых вод, а также при строительстве на поймах рек, под-верженных затоплению. Производят земляные работы, искусственное повыше-ние планировочных отметок поверхности территории.

Гидроизоляция зданий и сооружений – является альтернативой другим способам защиты от подтопления. В отличие от предыдущих, это локальное мероприятие для отдельного здания или сооружения. Она подразделяется на два класса: противofильтрационная и антикоррозионная.

Для защиты от подтопления наибольший интерес представляет противofильтрационная гидроизоляция, которую можно классифицировать:

- по способу устройства;
- материалу;
- конструкции.

Для подтопленных территорий необходимы радикальные меры по инже-нерной защите, позволяющие устранить подтопление и его последствия. Ради-кальные мероприятия по защите от подтопления включают устройство дренаж-ных систем и искусственное повышение отметок территории.

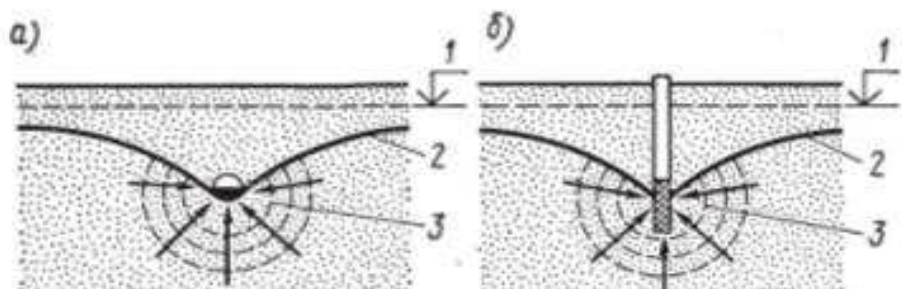
Основной мерой инженерной защиты подтопленных территорий является дренаж. На пойменных и заболоченных незастроенных территориях, предна-значенных для освоения, наряду с дренажами выполняют искусственное повы-шение планировочных отметок с помощью подсыпки или намыва. Выбор отме-ток планировочной поверхности производят с учетом не затопления территории расчетным горизонтом речных вод, принимают во внимание также положение уровня грунтовых вод и условия их естественного дренирования. Поэтому, что-бы не создать подпор подземных вод, до проведения работ по подсыпке или намыву следует провести профилактические мероприятия на существующих понижениях и водотоках, подлежащих засыпке.

Таким образом, дренажи являются как профилактической, так и ради-кальной мерой в борьбе с подтоплением зданий и территорий. Широкая область возможного применения дренажа, а также использование новых технологий определяет многообразие его конструкций и систем, особенно в современных условиях строительства и реконструкции нетиповых объемов.

1.3 Классификация дренажей

По конструктивному решению элементов захвата грунтовых вод дренажи подразделяют на горизонтальные, вертикальные и комбинированные.

Горизонтальные дренажи – являются наиболее распространенными в городском строительстве. Они представляют собой открытый или заполненный дренирующим материалом лоток, но чаще перфорированную трубу, снабженную фильтрующим устройством. Трубы заглубляют в водоносный пласт (рис.2) а) ниже уровня грунтовых вод и укладывают с продольным уклоном, обеспечивающим безнапорное движение при неполном заполнении коллектора.



1 – бытовой уровень грунтовых вод; 2 – кривая депрессии; 3 – линия равного напора

Рисунок 2 – Схемы притока грунтовых вод

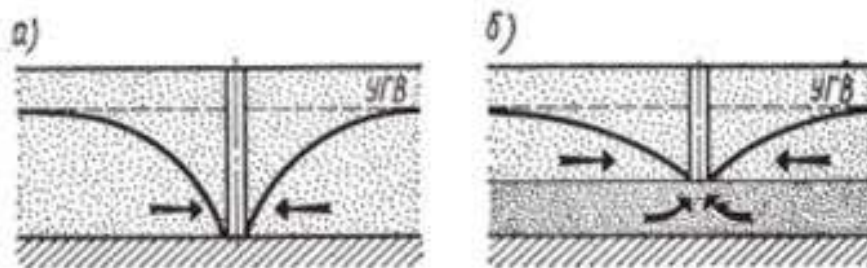
Вертикальный дренаж – проектируют в тех случаях, когда при наличии мощного водоносного горизонта требуется большое понижение УГВ, а горизонтальный дренаж нецелесообразно закладывать на большой глубине. Он представляет собой группу трубчатых колодцев, объединенных общими водоотводными и сбросными сетями. Фильтрующую часть этих колодцев значительно заглубляют в водоносный пласт (рис. 2), обеспечивая поддержание свободного уровня воды в колодцах на большой глубине. Удаление дренажных вод в водоприемник производят принудительной откачкой, так как самотечный режим эксплуатации вертикальных дрен невозможен.

Лучевой дренаж – это горизонтальные трубчатые дрены, которые соединяются в шахтном колодце. Вода, в таком виде дренажа, самотеком движется по горизонтальным участкам в водосборный колодец. В водосборном колодце устанавливают насосное оборудование для откачки собранной воды. Лучевой дренаж отличается высокой водозахватывающей способностью, поскольку от скважин выходят несколько горизонтальных дрен или даже несколько ярусов таких дрен. Его устраивают в сложных гидрогеологических условиях и в тех случаях, когда проходка открытых горизонтальных дрен невозможна.

Трубчатая конструкция представляет собой перфорированную трубу с фильтрующим устройством из песчано-гравийных слоев и геотекстильных материалов или композиций.

Комбинированный дренаж представляет собой сочетание вертикальных дрен с самотечным горизонтальным коллектором.

Дренажи описываемых конструкций могут иметь различную степень гидродинамического несовершенства, т. е. полностью или частично прорезать дренируемый водоносный пласт. Если основание горизонтального дренажа или забой вертикального доходят до водоупора, то дренажи называют совершенными, если не достигают водоупора – несовершенными (рис. 3).



а – дрена совершенного типа; б – несовершенно

Рисунок 3 – Схема размещения дренажа в водоносном пласте

В комбинированном дренаже вертикальные элементы обычно работают как совершенные системы, а горизонтальные – как несовершенные.

В зависимости от расположения дренажа относительно защищаемой территории и источника поступления подземных вод различают четыре системы: однолинейную, двухлинейную, контурную и систематическую.

Однолинейные дренажные системы – представляют собой преграды, перехватывающие грунтовые воды, поступающие на территорию со склона или от водоема. Такую преграду устанавливают перед защищаемой площадью, используя горизонтальные, вертикальные и комбинированные системы дрен. Их прокладывают поперек движения потока грунтовых вод, называя головным присклоновым дренажем или трассируют вдоль реки, перехватывая также и фильтрационный поток со стороны этого.

Двухлинейная система – это комбинация головной и береговой. Она является защитой от грунтовых вод, поступающих с двух сторон. Однако в практике иногда требуется создать более надежную защиту. Сочетание линейных веток дает двухлинейную систему дренажа. Регулярное расположение дрен на защищаемой территории в виде нескольких параллельных ниток характеризует систематический, или площадный дренаж. Его применяют преимущественно в условиях инфильтрационного питания грунтовых вод (сверху), хотя в определенных гидрогеологических условиях систематический дренаж эффективен и при смешанных источниках питания.

Системы дренажа называют общими, если они обеспечивают общее понижение грунтовых вод на территории застройки. При необходимости их сочетают с местными, которые служат для защиты от подтопления отдельных объектов.

Местные дренажи располагают по контуру защищаемых объектов так как они решают локальные задачи. Замкнутый в плане дренаж традиционно назы-

вают кольцевым, его используют на площадках, сложенных хорошо водопроницаемыми грунтами, поэтому при заложении такого дренажа на водоупоре можно защитить от подтопления не только отдельные особо заглубленные здания, но даже группу соседних зданий.

В условиях слабоводопроницаемых грунтов замкнутый дренаж, расположенный по периметру здания, носит название пристенного.

Пристенный дренаж – это система дренажа, при которой дрены располагаются непосредственно вокруг жилого дома или другого здания, опоясывая его и обеспечивая максимальное осушение фундамента и подвала.

Поэтому в конкретных условиях проектирования осуществляют выбор оптимальной схемы дренирования для данного объекта. Принцип формирования схемы определяется условиями строительства: гидрогеологическими особенностями площадки, заглублением, конфигурацией подвальных помещений и конструкцией фундамента защищаемого здания.

Схема дренажа защищаемого объекта может состоять из одной или нескольких систем (простых и усложненных).

При устройстве дренажа современных гражданских зданий, особенно при большой площади защищаемого контура и сложной конфигурации объекта, схема дренажа представляет собой комбинации различных усложненных систем дренажа (рис. 4, 5, 6).

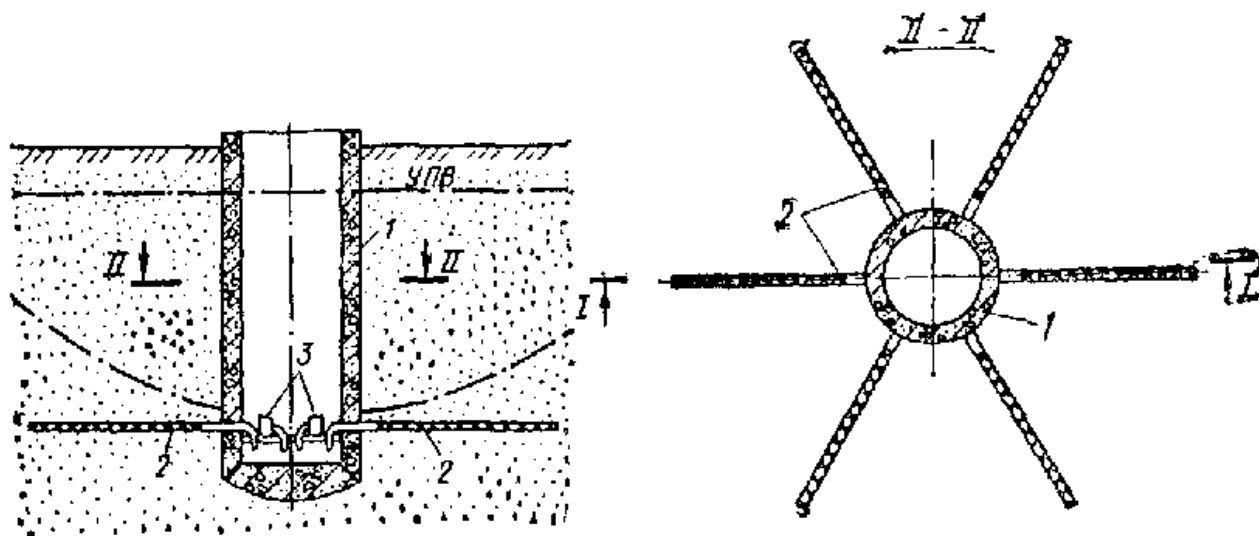


Рисунок 4 – Лучевой дренаж

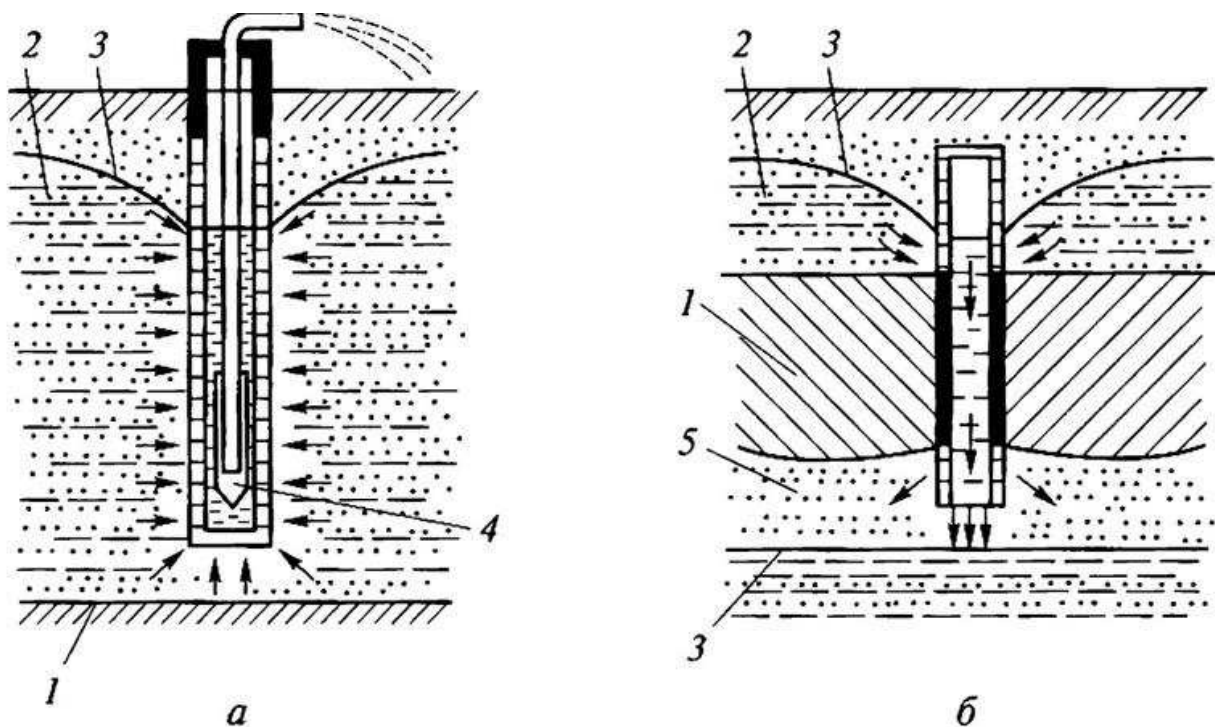


Рисунок 5 – Вертикальный дренаж с насосом для откачки воды

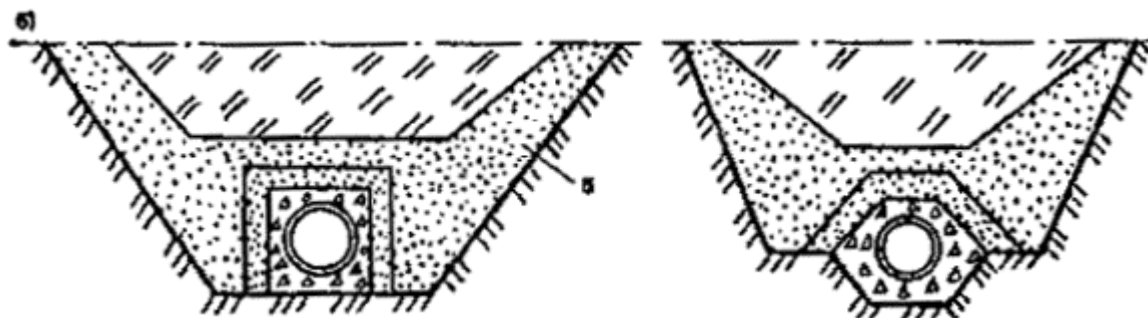


Рисунок 6 – Горизонтальный дренаж

1.4 Конструкция дренажной системы

Наибольшее распространение в конструкции дренажа современных гражданских зданий получили геотекстильные материалы, используемые в виде: фильтрующих мембран для разделения слоев пластового, закрытого и обсыпки трубчатого дренажа; в определенных случаях для обертки труб; геокompозитов, дополняющих конструкцию местного дренажа; геокompозитов как самостоятельной конструкции дрен (пластовых, отсечных и т. д.).

По конструкции дренаж бывает открытый и закрытый; по месту расположения поверхностный и глубинный. Глубинный дренаж вокруг дома выполняется почти всегда, дренирование участка – при необходимости.

С засыпкой траншей щебнем, открытый дренаж представляет собой канавы, вырытые глубиной от 0,5 до 1 м и шириной 0,5 м, выкопанную вокруг участка (или сеть канав, если площадь большая). Применяется на заболоченных участках. Траншеи засыпаются щебнем. Стенки канав должны иметь неболь-

шой скос (20°-30°). Нельзя копать канавы полукруглой формы – в таких местах происходит заболачивание. Вода естественным путем попадают в канавы и течет в главную дренажную канаву. Этот вариант оптимален для участков с уклоном.

С использованием лотков, существуют поверхностная разновидность дренажа с помощью лотков с установленной сверху решеткой. Возможно, правильнее было бы назвать это сооружение разновидностью ливневой канализации. Они собирают дождевые воды на поверхности земли, обычно установлены вдоль дорог, дорожек и отмостки.

Материалом для лотков служит бетон, полимербетон, железобетон, пластик. Из-за высокой цены изредка применяются металлические лотки. Пластиковые лотки можно размещать в тех местах, где не предвидятся большие нагрузки. Бетонные и железобетонные обладают высокой прочностью, морозостойкостью, невысокой ценой, но имеют большой вес, создающий сложности при монтаже. Срок службы полимербетонных лотков составляет более 50 лет, они намного легче бетонных, у них гладкая поверхность – поэтому в них выше скорость тока воды, они меньше заиливаются. Решетки обычно изготавливают из чугуна, оцинкованной стали, меди с антикоррозионным покрытием, изредка из пластика. С использованием перфорированных труб. Дренаж закрытого типа выполняется из специальных труб (дрен) на значительной глубине. Это дорогостоящее сооружение, требующее большого количества земляных работ, трудозатрат и материалов. В канавы на глубину 0,7-1,5 м и более укладывают трубы с перфорацией, засыпают щебнем, грунтом, закрывают дерном.

Дрены укладываются с небольшим уклоном в сторону дренажного колодца. Вода собирается и сбрасывается либо в коллектор населенного пункта (если таковой имеется), либо в естественный водоем.

Поверхностный и глубинный дренаж – это закрытый дренаж, прокладываемый на значительной глубине (обычно ниже уровня залегания фундаментной подушки.) Обязательно применяется для защиты фундамента от грунтовых вод и по мере необходимости – участка.

Поверхностный дренаж – канавы для дренирования всей площади участка или канавки из лотков для отвода ливневых вод. В основном применяется для осушения участка и отвода ливнестока.

Вертикальный и точечный дренаж – система из нескольких колодцев или скважин, объединенных в одну систему. Вода из них откачивается при помощи насоса (или несколькими – из каждой скважины). Встречается достаточно редко, сложна в обслуживании.

Точечный дренаж собирает стоки из локальных источников, например, в месте слива воды из водосточной системы или в нижней части площадки во дворе. Монтаж открытых систем канализации не представляет особой сложности, монтаж закрытых имеет массу нюансов и особенностей. Но в любом варианте эти работы можно выполнить своими руками при тщательном соблюдении технологии.

Для отвода поверхностных сточных вод могут устраиваться канавы по размеру лотков + 30-35 см по глубине. Для траншей на поверхности участка – канавы выполняются на глубину 0,5-1 м со скосом стенок 20°-30°. Для дренажа закрытого типа – канавы копаются на глубину одного и более м, шириной не менее 3-х диаметров трубы. К условной глубине нужно добавить 30 см – толщину слоя песка и щебня. Пристенный дренаж вокруг дома заглубляется не менее, чем на 1,2 м и больше, чем глубина промерзания грунта. Расстояние от стен – 1,2-1,5 м, от отмостки – 0,9-1,2 м.

Ливнеотводы из лотков монтируются на противопучинную подушку из слоя песка толщиной 15-20 см и слоя 10-15 см мелкого щебня. Оба компонента подсыпки оборачиваются геотекстилем (каждый отдельно). Уклон минимальный: 1-2 мм на погонный метр.

Дождеприемник точечных ливнеотводов обязательно комплектуется мусорной корзиной.

Устройство поверхностного дренажа борта канав во избежание приема ливневых стоков делают возвышенными или скругленными и покрывают дерном. Попадание обильных дождевых вод в канавы приведет к просачиванию их в грунт, поэтому стенки ниже гумусового слоя мостят камнем (бутом) с просветами. Еще лучше выложить стенки специальными бетонными плитами с отверстиями и незакрытым раствором нижним стыком. Угол между плитами составляет 90°. Такой ров щебнем не засыпают. Вода или с помощью канавы, или через дренажный колодец и трубу сбрасывается в ближайший овраг, водоем, ручей.

Устройство глубинного дренажа, порядок действий по созданию закрытой дренажной системы: на дно канавы укладываются широкие ленты геотекстиля для заворачивания щебня и узкие – для заворачивания песка; на дно канавы насыпается песок слоем 10-15 см и трамбуется, заворачивается в геотекстиль; укладывается слой щебня фракции 16-32 мм толщиной 10-15 см (диаметр дрены), разравнивается правилом – куском доски, прибитом к палке. Щебень (обсыпка трубы) осуществляет первичную фильтрацию грунтовых вод. Щебень должен быть вымыт. Хранят не более недели. Вместо щебня можно использовать гравий;

сверху укладывают трубы, начиная от коллекторного колодца, примеряют, обрезают, окончательно укладывают. Концы труб заглушают. Дрены должны располагаться с уклоном от 2 до 10 мм на метр; засыпают остальной мытый щебень на высоту 1 диаметра трубы, закрывают геотекстилем; укладывается невымытый щебень крупной фракции 8-40 мм слоем 10-20 мм; засыпают землю. Обустройство дренажного колодца под сток не представляет особых сложностей. Он должен быть водонепроницаемым.

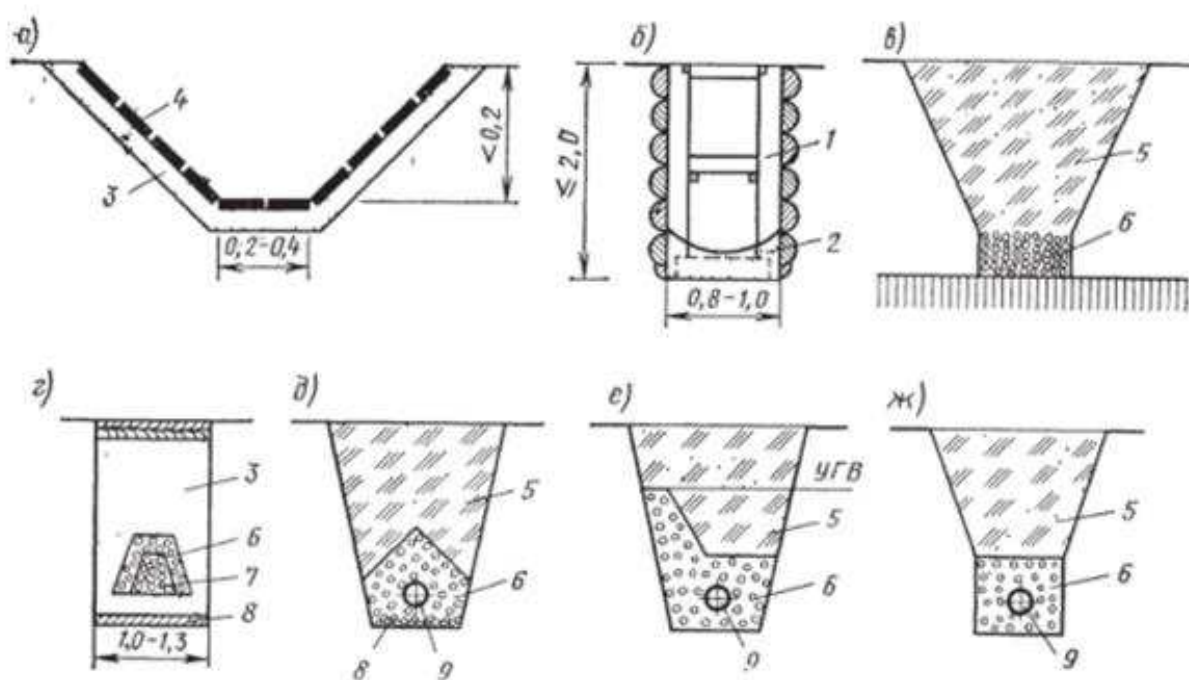
Дно колодца должно быть ниже выпусков труб на 250 мм и больше. Яма колодца по бокам засыпается щебнем и трамбуется. Смотровые колодцы лучше приобрести готовые. Колодцы устанавливаются на соединении труб и на каждом втором повороте трубы.

В дренажных сетях выделяют дрены-осушители, понижающие УГВ, дрены-сборники, удаляющие воду за пределы территории в места сброса или водосборники. Особое значение имеют дрены-осушители. Именно их конструктивное решение определяет тип дренажа, поскольку отводящие сети мало отличаются от дождевой сети.

В горизонтальных дренах-осушителях различают открытые и закрытые конструкции.

Дренажи открытого типа представляют собой канавы и лотки, которые служат для осушения лишь верхних слоев грунта. Такими лотками- дренажами можно одновременно отводить и поверхностную воду. Аналогично дождевым, их выполняют с одеждой дна и откосов или без нее. Обычно лотки укрепляют бетонными плитами на песчано-гравийной подготовке (рис. 7 а).

Канавы делают с большей, чем у лотков, глубиной – до 2 м и конструктивно принимаемой шириной в пределах до 1,5 м. В практике применяют свайные и рамные конструкции, которые выполняют из железобетона или дерева.



- 1 – рама крепления; 2 – цементный лоток; 3 – дренирующая подушка; 4 – бетонные плиты; 5 – местные грунты; 6 – дренажная обсыпка многослойная; 7 – каменная выкладка; 8 – гравий, втрамбованный в грунт; 9 – труба-дрена

Рисунок 7 – Конструкции дренажей открытого и закрытого типов

Открытая сеть проектируется лишь в зонах 1-2-этажной застройки, на участках с зелеными насаждениями, а также в сельских населенных пунктах. Закрытые дренажи могут быть беструбчатыми с заполнением траншей дренирующим материалом (рис. 7 в, г) и трубчатыми, которые состоят из дренажной трубы, уложенной на подготовленное основание и снабженной фильтрующей

обсыпкой (рис. 7, д). Эту обсыпку делают многослойной из каменных материалов, удовлетворяющих требованиям прочности и морозоустойчивости. Для внутреннего, прилегающего к трубе слоя обсыпки, используют материал относительно крупной фракции — сортированный гравий или щебень, а для наружных слоев, контактирующих с грунтами, — мелкой — сначала крупнозернистые пески, далее среднезернистые. В зависимости от гидрогеологических условий применяют различные конструкции дренажных обсыпок (рис 7 е, ж).

Фильтрующая обсыпка одновременно с водозахватной функцией несет и водозащитную, предотвращая суффозию и заиливание дренажных коллекторов частицами водоносного грунта. Поэтому состав и количество слоев фильтрующей обсыпки определяют условиями устойчивости против суффозии и кольматажа и устанавливают расчетом параллельно с подбором размера водоприемных отверстий труб. Конструктивные формы фильтрующих обсыпок и их размеры зависят также от используемого способа разработки траншей, в которые укладывают дрены.

Взамен фильтрующих обсыпок применяют в настоящее время и другие конструкции фильтров из искусственных минерально-волоконистых материалов. Например, холст стекловолконистый, который представляет собой нетканый материал из стеклянных штапельных волокон.

Дренажные трубы могут быть перфорированными или иметь пористые стенки. Тогда их называют трубофильтрами, которые делают из бетона, керамзита и других материалов.

Коллекторы проектируют в соответствии с требуемой пропускной способностью из труб, обладающих механической прочностью и устойчивостью против химически агрессивных грунтовых вод с учетом удобства строительства и эксплуатации. В зависимости от конкретных условий используют трубы асбестоцементные, керамические, пластмассовые, бетонные и железобетонные.

Дренажные трубы укладывают непосредственно на слой дренажных обсыпок, а для коллекторов большого сечения и особенно совершенного типа делают специальную подготовку, состоящую из втрамбованного в грунт щебня или слоя песка. Трубофильтры укладывают на однослойную песчаную обсыпку. Галерейными дренажами называют конструкции с проходными или полупроходными коллекторами прямоугольного, круглого или эллиптического сечения и высотой соответственно не менее 1,8 и 1,2 м. Стены этих дрен в нижней части делают с водоприемными щелями. Для этого их перфорируют или выполняют из пористых материалов. Фильтрующую обсыпку укладывают вокруг дрен, засыпая пазухи траншей крупнозернистым песком.

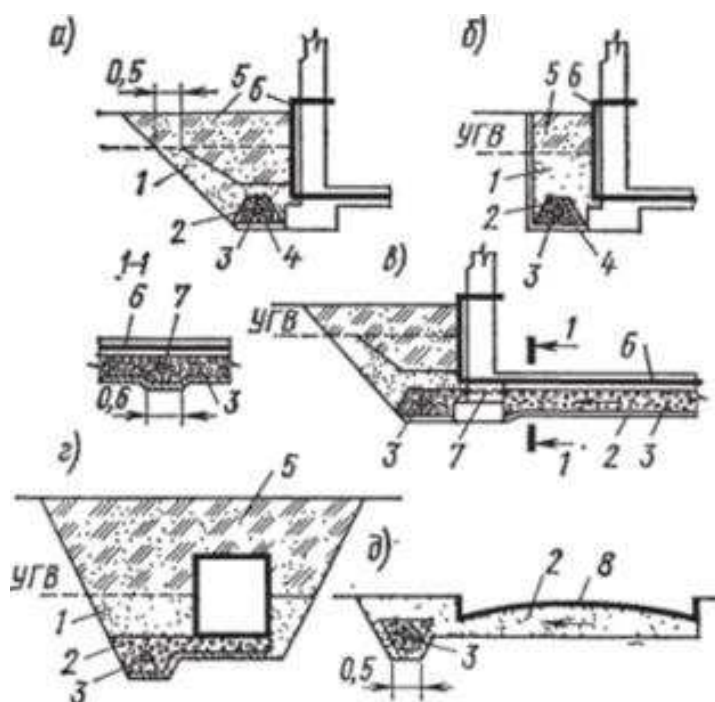
Галерейные дрены применяют в особо ответственных случаях, когда необходимо обеспечить систематический эксплуатационный надзор. Такой надзор особенно необходим при глубине заложения коллекторов более 4-5 м.

Конструкции пристенных и пластовых дренажей разнообразны. Их выбирают в зависимости от очертания сооружений, глубины заложения фундаментов, крутизны откоса котлованов и характера дренируемых грунтов. При защите фундаментов зданий, залегающих на водоупоре, устраивают пристенный

ленточный дренаж, который включает трубы с фильтрующей обсыпкой, уложенные с наружной стороны. Фильтрующей обсыпкой перехватывают поступающие «сбоку» гравитационные воды, а трубами удаляют их за пределы контура в дождевую канализацию. Обратную засыпку пазух котлована делают по схеме, показанной на (рис. 8 а), а при котлованах с вертикальными стенками укладывают песчаную призму, доведенную до расчетного УГВ, защищая дренаж от попадания поверхностных вод глиняным экраном (рис 8 б).

От капиллярных вод стены подвалов защищают, устраивая гидроизоляцию. При защите подвалов зданий, расположенных на большой толще водопроницаемых грунтов, кроме пристенного дренажа устраивают под полом подвала площадочный – пластовый: фильтрующую постель в сочетании с системой дрен-осушителей и собирателей (рис. 8 в). Такой дренаж перехватывает грунтовые воды и защищает от капиллярной влаги, так как фильтрующая постель служит преградой для капиллярных вод.

Сопутствующие конструкции дренажа применяют для защиты подземных коллекторов (рис. 8 г) и дорожных одежд (рис. 8 д). Дренажи выполняют одновременно со строительством защищаемых объектов, разрабатывая по внешним контурам сооружения канавки, в которые укладывают дренажные трубы небольшого диаметра с уклоном в сторону водоприемника.

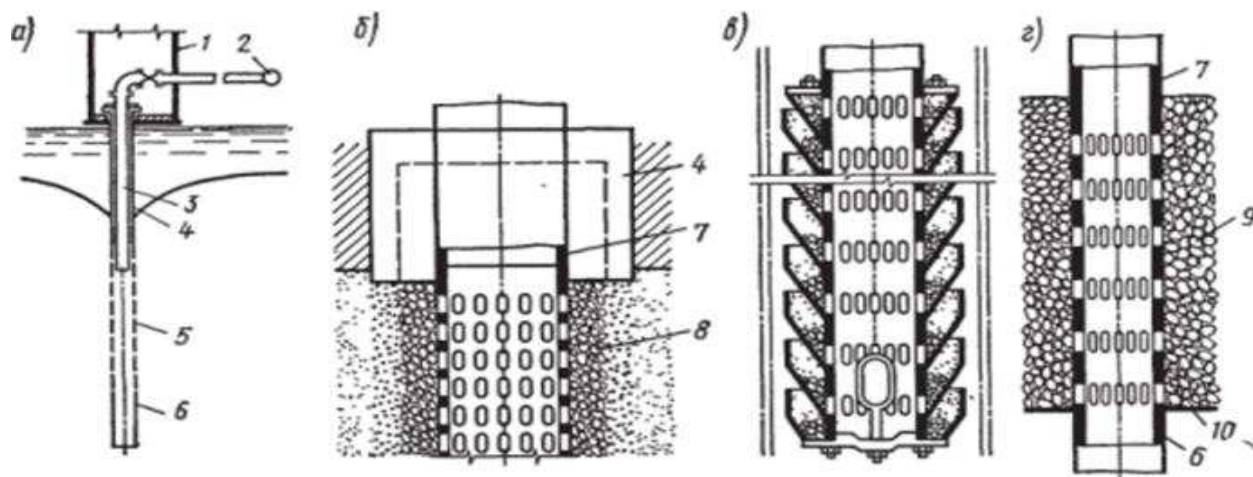


1 — дренирующая засыпка мелкой фракции; 2 — то же. крупной; 3 — дрена; 4 — глиняный экран; 5 — местный грунт; 6 — гидроизоляционный ковер; 7 — щель для сброса воды между смежными блоками сборных фундаментов; 8 — дорожная конструкция

Рисунок 8 – Сопряжение дренажных коллекторов с конструкциями защищаемых сооружений:

Коллекторы сопутствующего дренажа иногда укладывают в общую траншею с коллекторами дождевой канализации, в которые сбрасывают дренажные воды. Трубы этих двух систем укладывают рядом или дрены располагают над дождевым коллектором. Если глубина заложения дождевой сети позволяет разместить дрены на тех же отметках, то их прокладывают рядом, но на расстоянии по осям коллекторов не менее 0,9 м. Такое расстояние принимают исходя из условий размещения смотровых колодцев. Выпуски из дренажей в колодцы дождевой сети устраивают на уровне верхней трети диаметра сети. Когда глубина заложения дренажа меньше, чем дождевого коллектора, то дренаж располагают над ним. Тогда дренаж работает короткими участками с выпуском в каждый смотровой колодец дождевого коллектора без устройства этих колодцев на дренажной сети. Такие дренажные системы еще не нашли широкого применения, так как их конструкции нуждаются в дальнейшей доработке. Вертикальные дренажи состоят из групп трубчатых колодцев, объединенных в единую систему с помощью водопроводящих устройств и насосной станции. В случае разбросанных на большой площади единичных колодцев их обслуживают отдельными глубинными насосными агрегатами.

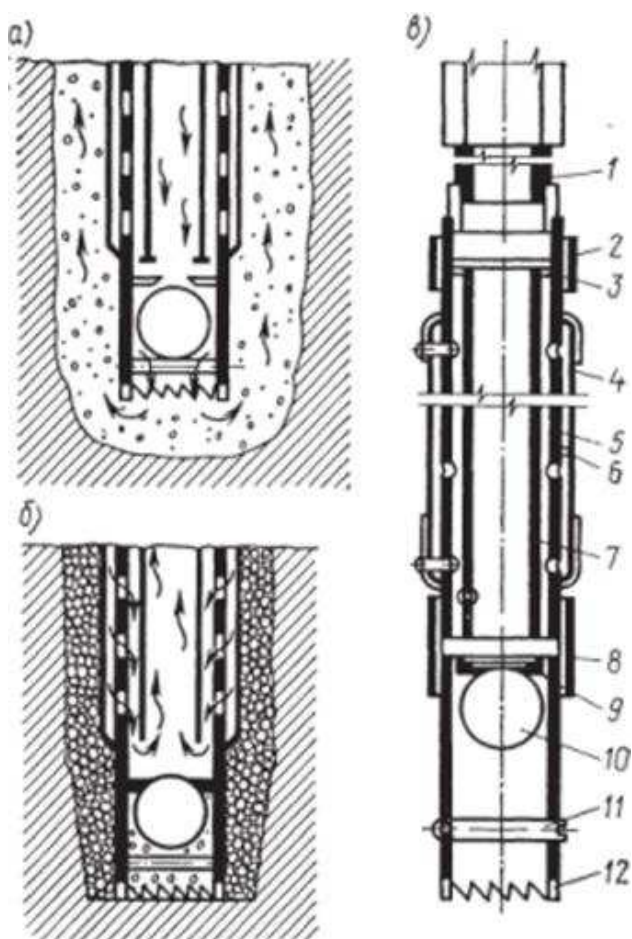
Трубчатый колодец конструктивно решают в виде погруженной в водоносный слой вертикальной колонны, состоящей из глухой трубы и фильтра (рис. 9). Стенки колодца над фильтром закрепляют обсадными или «наставными» трубами. Под фильтром устраивают отстойник, служащий аккумулятором мелких частиц грунта.



а – трубчатый колодец; б – песчано-гравийный; в — корзинчатый; е – то же. клеенный блочный: 1 – смотровой колодец; 2 – всасывающий трубопровод; 3 – всасывающая труба; А – обсадная труба; 5 – фильтр; 6 – отстойник; 7 – корпус фильтра; 8 – песчано-гравийная обсыпка; 9 – пористый блок, склеенный из гравия; 10 – опорный фланец

Рисунок 9 – Колодец и фильтры:

Применяются различные конструкции трубчатых колодцев. Наиболее распространенными являются иглофильтры, обычно применяемые для временного понижения УГВ на период строительства. Они представляют собой металлическую трубу диаметром 45-60 мм с перфорацией в устье (рис. 10).



а – положение шарового клапана при бурении; б – то же, при откачке; в – конструкция в сборе; 1 – надфильтровая труба, 2 – соединительная муфта, 3 – уплотнительное стальное кольцо, 4 – фильтрационная сетка; 5 – наружная перфорированная труба, 6 – проволочная девятизахватная спираль, 7 – внутренняя труба, 8 – кольцо; 9 – седло клапана; 10 – шаровой клапан, 11 – стопорный болт,

Рисунок 10 – Иглофильтр

Для предохранения от засорения ее перфорированную часть защищают фильтрационной сеткой. Иглофильтры погружают в грунт гидроспособом.

Для постоянного понижения уровня грунтовых вод на городских территориях используют вертикальные колодцы сечением 0,2 м и более, являющиеся буровыми скважинами или шурфами с укрепленными стенками стволов. В них опускают колонку, состоящую из трубы и фильтра различной конструкции. Каркасы фильтров изготавливают из обыкновенной стали, но предпочтение отдают керамике, асбестоцементу, пластмассам, силикатам и другим материалам, не подверженным коррозии. В сетчатых фильтрах используют цветные металлы, а в каркасностержневых и проволочных даже нержавеющую сталь. Находят

применение и фильтры из пористого бетона на основе клея БФ, а также дренажные колодцы со сменяемыми внутренними фильтрами.

Водопроводящие системы могут иметь различную конструкцию: одиночные, с глухими коллекторами, вакуумные и эрлифтовые.

Различают два типа одиночных вертикальных дрен.

Поглощающие колодцы используют с целью отбора воды из верхнего водоносного горизонта и сброса ее в другие, ниже лежащие и обладающие хорошей поглощающей способностью.

Поглощающие колодцы обеспечивают водопонижение без принудительной откачки. Вода уходит в нижний горизонт под действием гравитационных сил. Однако по санитарным соображениям этот тип дренажных колодцев используют редко. Одиночные колодцы, каждый из которых оборудован насосом для принудительной откачки, широко применяют, когда объединение дрен водоотводным коллекторам нецелесообразно.

Глухие водоотводные коллекторы применяют в сочетании с вертикальными дренами, когда в верхнем слое водоносного пласта залегают грунты с низким коэффициентом фильтрации – суглинки, супеси или илы (рис. 11 а).

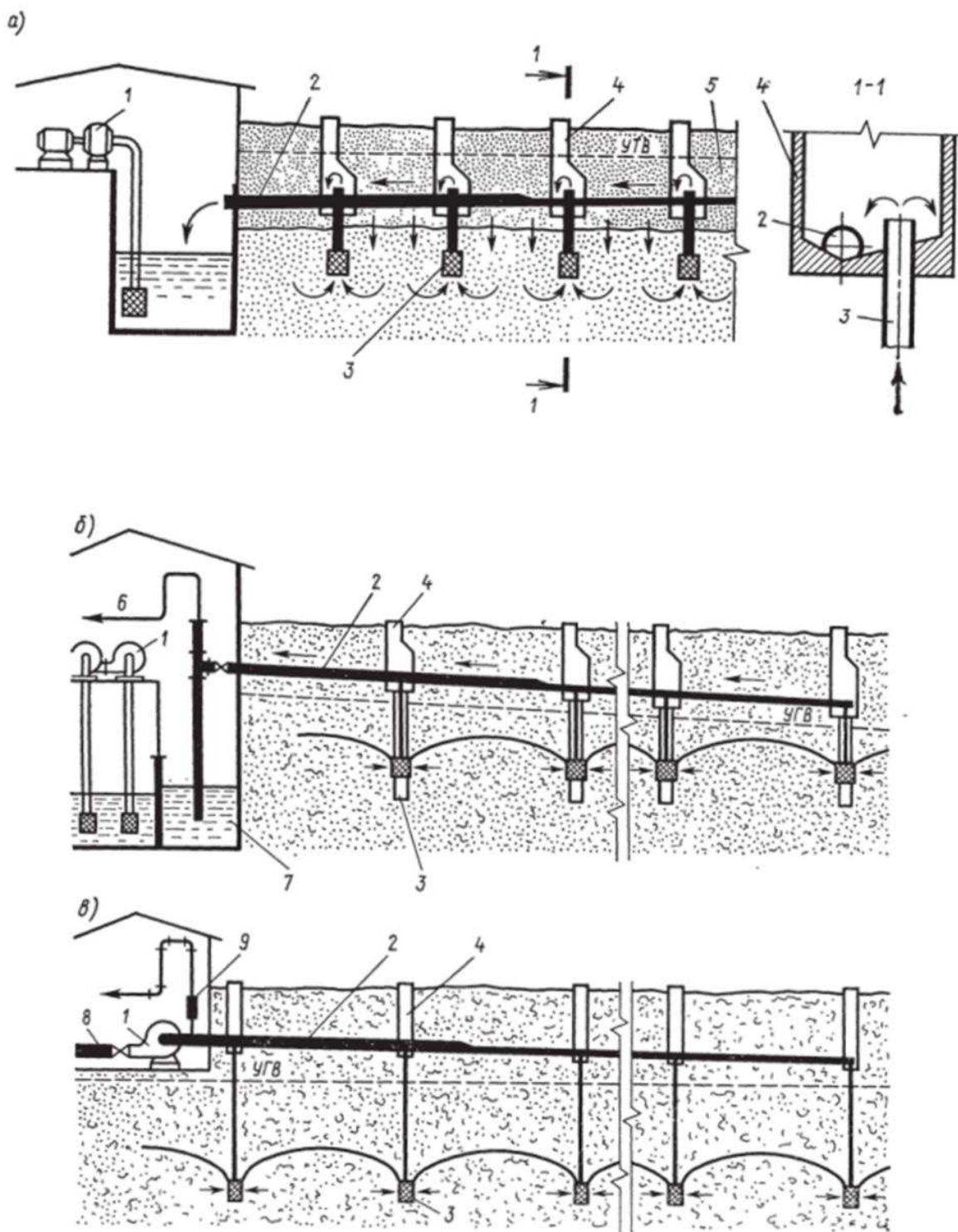
В такой гидрогеологической ситуации горизонтальными дренами невозможно обеспечить эффективное понижение УГВ, если воду нужно забирать из нижних, хорошо водопроницающих грунтов. В некоторых случаях вертикальные дрена-осушители способны забирать воду самоизливом в водоотводящие коллекторы. Объясняется это тем, что нижняя вода под действием гидростатического давления начинает уходить в эти дрена, ее место занимает верхняя, постепенно просачивающаяся из плохо дренируемых грунтов, а уровень воды в верхнем слое грунта падает. Устья вертикальных дрен выводят в смотровые колодцы глухого коллектора, смещая с оси лотка колодца. Устье трубы поднимают на 0,15 м выше уровня воды в нем.

Глухие коллекторы делают самотечными, воду транспортируют при неполном заполнении сечения. Для этого коллектору придают уклон в сторону насосной станции или водосброса. Описываемая система является как бы переходной от вертикальных к комбинированным дренажам. Обычно их устраивают для регулирования уровней подземных вод, имеющих амплитуду колебаний до 2 м, так как при больших колебаниях существенно ухудшаются условия работы системы.

Вакуумные системы используют, если необходимо объединить горизонтальными дренажами-собирателями группу глубоких колодцев-осушителей, понижающих уровень грунтовых вод на 6-7,5 м. В вакуумные объединяют системы двух видов.

В первой, сифонной, воду отсасывают из грунта и транспортируют по трубам, обеспечивая разность давления между динамическим уровнем воды в дренажном колодце и ее зеркалом в резервуаре (рис. 11 б).

водосбросу.



1 – насос; 2 – трубопровод; 3 – дренажный колодец; 4 – смотровой колодец; 5 – грунты с низким коэффициентом фильтрации; 6 – отвод к вакуумному насосу; 7 – приемная камера; 8 – приемная камера; 9 – воздушный котел

Рисунок 11 – Схемы вертикального дренажа

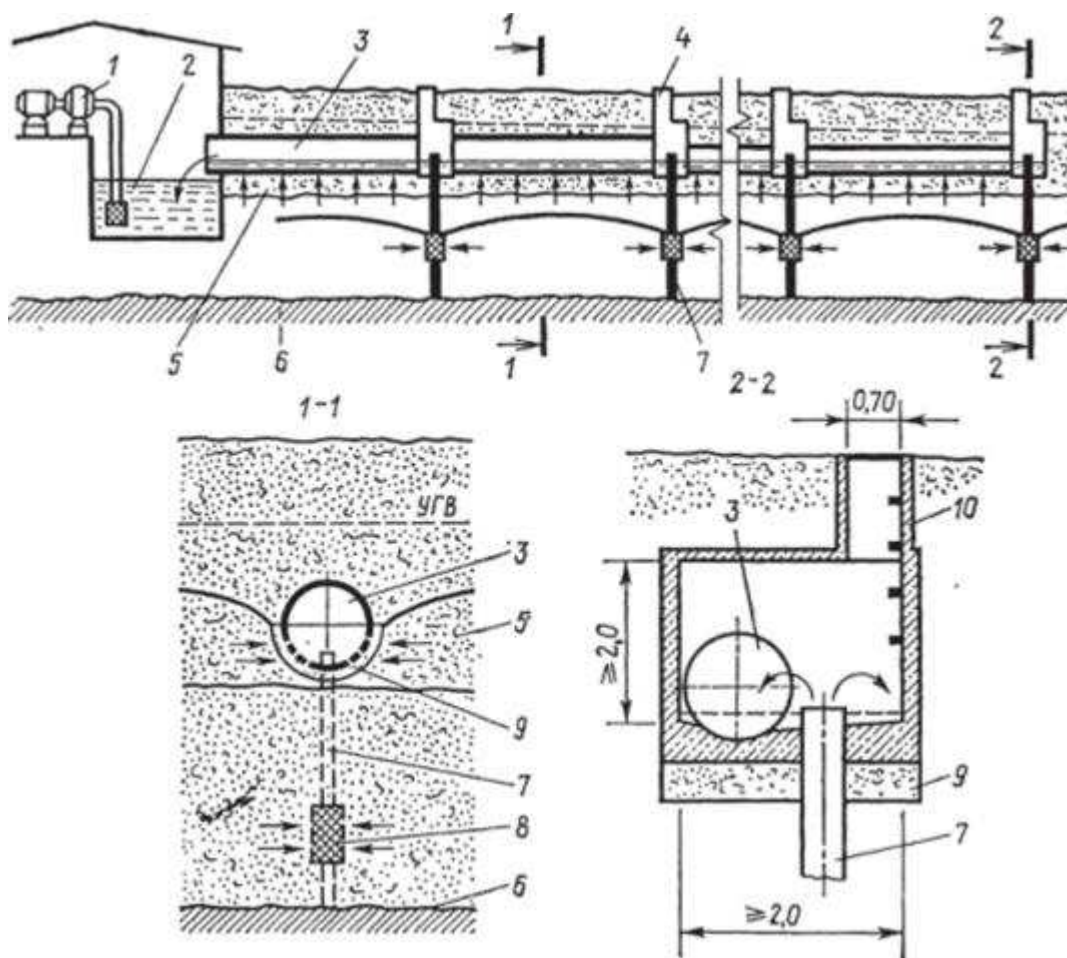
Пьезометрический перепад создает вакуум на водозаборе, и за счет этого можно понизить уровень воды в грунте до 7,5 м. Однако для работы системы необходимо, чтобы она постоянно была наполнена водой, поэтому каждую

дрену подключают к вакуумному насосу, как показано на схеме б. Роль этих насосов заключается не только в отсосе воздуха перед началом работы, но и периодическом его удалении. Коллекторы между скважинами укладывают с уклоном в сторону резервуара, что способствует концентрации воздуха у воздухоотводной трубы. После заполнения системы водой она работает самотеком, сливая дренажную воду в резервуар. При его наполнении срабатывает реле уровня и автоматически включаются насосы, транспортирующие жидкость.

Стабильность режима работы второй системы (рис. 11 в) обеспечивается беспрерывной работой насоса, поскольку в ней нет промежуточного приемного резервуара. Регулирование системы поэтому затруднено. Кроме того, имеют место непроизводительные потери энергии, связанные с постоянной работой насосов.

Эрлифтные водопроводящие устройства работают от центральной компрессорной станции и обслуживают отдельные ветви дренажных колодцев, воздух в которые подается по магистральным воздуховодам. Выбрасываемая колодцами вода поступает в трубчатый коллектор и самотеком отводится к водоприемнику или к сооружениям централизованной перекачки.

Комбинированные дренажи состоят из самоизливающихся трубчатых колодцев и горизонтальной дрены. Трубчатые колодцы вертикального дренажа конструктивно решают подобно колодцам вертикальных дренажей. Дрену выполняют в виде железобетонной галереи (рис 12), нижняя половина боковых стенок которой перфорирована круглыми или щелевидными отверстиями. Их окружают фильтрующей обсыпкой. По трассе горизонтальной дрены устраивают смотровые колодцы, размещая их над трубчатыми колодцами, что удобно в эксплуатации.



1 – насос; 2 – резервуар; 3 – горизонтальная дрена-коллектор; 4 – колодец;
 5 – плотные грунты; 6 – водоупор; 7 – вертикальный колодец; 8 – фильтр;
 9 – дренирующая обсыпка; 10 – станка камеры

Рисунок 12 – Комбинированный дренаж

Конструкции вспомогательных элементов дренажной сети следующие. Смотровые колодцы выполняют из сборных железобетонных или бетонных колец, но иногда выкладывают из кирпича. В них применяют лотковые сочленения дрен или на стыке делают отстойники для сбора взвешенных частиц, которые приспособливают к периодической очистке. На прямых участках трассы устанавливают с определенным шагом линейные колодцы, в местах изменения ее направления — поворотные, а в местах соединения отдельных веток дренажа — узловые.

На трассах галерейных дренажей устанавливают колодцы значительно больших диаметров, чем на трубопроводах. Они выполняются по типу шахтных.

На выходе дренажных коллекторов в открытый водоем проектируют специальные оголовки-водосбросы. Их делают по типу оголовков на сетях ливневой канализации. Если водоприемниками служит такая канализация, то трассы присоединяют в узловом колодце.

При залегании дренажа ниже отметки воды в водоприемнике предусматривают непрерывную перекачку из специальных колодцев или периодическую — из колодцев-резервуаров. Их выполняют в железобетоне или бетоне, обычно круглыми в поперечном сечении.

Дренажная профилированная мембрана, как правило, выполнена из полиэтилена высокой плотности и имеют "пузырчатую" структуру. Производители используют различное сырье в работе. Наиболее прочным и долговечным, способной выдерживать длительную высокую нагрузку, является профилированная мембрана, выполненная из первичного сырья.

Профилированная мембрана из вторичного сырья обычно воспринимает на себя нагрузку в 1,5 - 2 раза ниже, чем выполненная из первичного полиэтилена, и может применяться только на малых глубинах фундаментов. Также профилированная мембрана, выполненная из вторичного сырья, служит гораздо меньше в силу ее меньшей стойкости к химическим веществам содержащимся в земле, нежели произведенная из первичного полиэтилена. Поэтому следует тщательно выбирать подобный продукт для строительства.

Дренажные профилированные мембраны выполняют следующие функции: защищают слой гидроизоляции подземных сооружений от механических повреждений. Защита гидроизоляции фундаментов зданий и подземных конструкций в пучинистых грунтах. Распределяют нагрузку от давления грунтовых вод и грунта обратной засыпки. Выполняют функцию дренажа, позволяя отфильтровать грунтовую воду от различных частиц земли и направить ее в систему дренажных труб. Замена бетонной подготовки. Дренажная мембрана используется для устройства основания под монолитную плиту в качестве замены бетонной подготовки из тощего бетона, которая выполняет функцию армирования и выравнивания. Защита гидроизоляции кровли при устройстве эксплуатируемых кровель. Профилированная мембрана обеспечивает санацию влажных стен при производстве ремонтных работ изнутри подземных сооружений.

1.5 Проектные решения

По результатам геологических изысканий на участке строительной площадки обнаружены грунтовые воды, максимальный уровень которых находится на глубине 2 м от поверхности земли. Водоупорный слой находится на глубине 4 м.

С целью защиты Офисного здания от грунтовых вод, предусматриваются инженерные мероприятия в виде дренажной системы, а также гидроизоляции фундаментов зданий.

С учетом геологических изысканий, известным уровнем грунтовых вод и виду их питания, принимается однолинейный дренаж несовершенного типа.

Проектируется однолинейный трубчатый дренаж, в который вода поступает под действием силы тяжести путем естественного поглощения и движется

в ней самотечно. Выпуски из дренажной системы предусматриваются в канализацию.

С учетом требований, излагаемых в СП 250.1325800.2016 в здании необходимо предусмотреть первичную защиту конструкций от влаги [2].

1.6 Системы защиты сооружений от подземных вод

А – возведение водонепроницаемых монолитных и сборномонолитных железобетонных конструкций (первичная защита) без дополнительной (вторичной) защиты при условии обеспечения герметизации стыков, сопряжений, швов. Конструкции из сборных железобетонных элементов следует применять только при соответствующем обосновании, так как герметизация швов затруднительна;

В – применение гидроизоляционных и антикоррозионных покрытий (вторичная защита);

С – применение дренажных систем, позволяющих выполнять каптирование воды, просочившейся через ограждающую конструкцию (специальная защита).

Первичная защита строительных конструкций от коррозии и протечек, реализуемая на стадии изготовления (возведения) конструкции за счет свойств бетона и конструктивных мер, достаточных для сохранения эксплуатационных свойств конструкций, предусмотренных проектом.

Система защиты по типу **А** не гарантирует полную защиту конструкции от грунтовых вод. При высоко положении грунтовых вод система защиты типа **А** не предостережет сооружение, что может повлиять на его эксплуатацию. Использование защиты типа **А** должны быть еще и экономически обосновано, так как использование водонепроницаемых плит и стен увеличивает стоимость конечного объекта.

Герметизация швов, при использовании системы защиты типа **А**, очень трудоемкий процесс и согласно СП 250.1325800.2016 рекомендуется применять только в экономически обоснованных ситуациях [2].

Система защиты по типу **В** – герметизация наружных стен с помощью гидроизоляционных материалов.

Преимущество использования системы защиты типа **В** заключается в том, что гидроизоляционные материалы не требуют особых умений для того, чтобы наносить их на подземную часть сооружений.

В следствии того, что при инженерно-геологических обнаружена вода, необходимо предусмотреть первичную, вторичную или специальную защиту конструкций здания.

Первичная защита представлена в виде специальных строительных конструкций, вторичная защита представлена в виде гидроизоляционных и антикоррозионных покрытий, и специальная защита, представленная в виде трубчатого дренажа.

Таблица 1 – Класс сооружения по условиям эксплуатации

Класс сооружения	Условия эксплуатации помещений	Дополнительные требования	Применение
I	Не допускаются активные протечки, в том числе временно через трещины, не допускается намоканий на поверхности конструкций	Отсутствие конденсата	Жилые и административные здания, торговые помещения и складские помещения с высокими требованиями
II	Не допускаются активные протечки, допускаются наличие намоканий и образование конденсата		Подземные гаражи, коллекторы подземных коммуникаций, складские помещения с низкими требованиями

1.7 Гидрогеологический расчет дренажной системы

Удельный расход дренажа:

$$Q_0 = Kh \left[\frac{h}{R} + \frac{\pi}{\ln \frac{T}{\pi r_g} + \frac{\pi R}{2T}} \right] \quad (1)$$

где Q_0 – удельный расход дренажа м³/сут на 1 пог.м

K – коэффициент фильтрации грунтов, 2;

h – глубина понижения дрены под непониженный УГВ, принята равной 1, м;

R – радиус депрессии дренажа, м;

T – превышение несовершенной дрены над водоупором, м;

r_g – радиус дрены, м.

Радиус депрессии дренажа:

$$R = h \sqrt{\frac{K}{2W}} \quad (2)$$

где W – коэффициент просачивания атмосферных осадков, 0,002 м/сут.

$$R = 1 \sqrt{\frac{2}{2 \cdot 0.002}} = 22 \text{ м}$$

Радиус дрены:

$$r_g = 0,5b \quad (3)$$

где b – ширина траншеи дренажа, принимаем равной 0,7 м.

$$r_g = 0,07 = 0,35 \text{ м}$$

$$Q_0 = 2 \cdot 1 \left[\frac{1}{22} + \frac{3,14}{\ln \frac{1}{3,14 \cdot 0,35} + \frac{3,14 \cdot 22}{2 \cdot 1}} \right] = 0,25 \text{ м}^3/\text{сут на 1 п.м.}$$

Расход дренажных вод на участке:

$$Q = Q_0 L \tag{4}$$

где L – длина дренажной линии, м

Таблица 2 – Гидрогеологический расчет дренажной системы

№ участка	Длина участка L , м	Удельный расход дренажных вод, л/с	Ширина траншеи дренажа b , м	Расход дренажных вод на участке, л/с
ДК1-ДК2	31	0,002	0,7	0,06
ДК2-ДК3	28	0,002	0,7	0,11
ДК3-ДК4	5	0,002	0,7	0,12
ДК4-ДК5	11	0,002	0,7	0,15
ДК5-ДК6	8	0,002	0,7	0,16
ДК6-КК2-7	18	0,002	0,7	0,2

1.8 Гидравлический расчет дренажной системы

Оптимальная скорость течения воды по дренажу:

$$v = \frac{C}{2} \sqrt{di}, \text{ м/с} \tag{5}$$

где d – диаметр трубопровода;

i – уклон трубопровода;

C – коэффициент Н.Н. Павловского.

$$C = \frac{1}{n} R_r^y \tag{6}$$

где n – коэффициент шероховатости полипропиленовых труб, 0,003;

R_r – гидравлический радиус, 0,1206, м;

y – показатель степени, зависящий от величины коэффициента шероховатости и гидравлического радиуса.

Показатель степени y :

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R_r}(\sqrt{n} - 0,1) \quad (7)$$

$$y = 2,5\sqrt{0,003} - 0,13 - 0,75\sqrt{0,1206}(\sqrt{0,003} - 0,1)$$

$$y = 0,011$$

$$C = \frac{1}{0,003} \cdot 0,1206^{0,011} = 159,97$$

$$v = \frac{159,97}{2} \sqrt{0,05 \cdot 0,003} = 0,8 \text{ м/с}$$

Значения скорости в трубчатых дренажах следует принимать в диапазоне от 0,15 м/с до 1 м/с.

На всем участке приняты трубы диаметром 50 мм.

Минимальное безопасное расстояние дренажа от фундамента зданий или инженерных коммуникаций находится по формуле

$$l_{\min} = b + \frac{B}{2} + \frac{H-h}{\operatorname{tg}\alpha}, \text{ м} \quad (8)$$

где l_{\min} – минимальное безопасное расстояние, м;

b – уширение фундамента, принято 0,6 м;

B – ширина дренажной траншеи, 1,7 м с учетом размера смотрового колодца;

H – глубина заложения дрены, принята 3,96 м (максимальная);

h – глубина заложения фундамента, м;

α – угол внутреннего трения, град.

$$l_{\min} = 0,6 + 0,85 + \frac{3,96 - 2,5}{\operatorname{tg}24} = 3,2 \text{ м}$$

1.9 Геодезический расчет дренажной системы

Геодезический расчет дренажной системы направлен на определение отметок заложения труб относительно поверхности земли.

Начальная глубина заложения принята равной 3 м, что соответствует средней заглубленности грунтовых вод. В связи с тем, что на уровне 4 м находится водоупорный слой, необходимо предусмотреть, чтобы глубина заложения дренажной трубы не превышала 4 м, иначе водосбора происходить не будет.

В местах, где глубина заложения дренажа достигает 4 м, устанавливается дренажный колодец.

Геодезические отметки поверхности земли приняты в соответствии с рельефом местности в соответствии с исходным генпланом жилого квартала.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot L, \text{ м} \quad (9)$$

где L – длина трубопровода, м;

i – уклон трубопровода.

Начальная отметка лотка трубы определяется по формуле

$$Z_{\text{н}} = H_{\text{нач}} - H_{\text{зал.нач}} \quad (10)$$

где $H_{\text{нач}}$ – начальная глубина поверхности земли, м;

$H_{\text{зал}}$ – начальная глубина залегания первой трубы участка, м.

Глубина залегания лотка дренажной трубы в конце участка определяется по формуле

$$H_{\text{зал.кон}} = H_{\text{зал.нач}} - \Delta h \quad (11)$$

Отметка лотка дренажной трубы в конце участка определяется по формуле

$$Z_{\text{к}} = H_{\text{кон}} - H_{\text{зал.кон}} \quad (12)$$

где $H_{\text{кон}}$ – конечная отметка поверхности земли.

Гидравлический и геодезический расчет дренажной системы приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Гидравлический и геодезический расчет дренажной системы

№ участка	Длина участка L , м	Расход воды на участке, л/с	Диаметр трубы d , мм	Расчетная скорость движения воды v , м/с	Уклон, i	Падение Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
							поверхности земли		лотка трубы			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
ДК1-ДК2	31	0,06	50	0,24	0,01	0,31	231	230,8	228	227,69	3,00	3,11
ДК2-ДК3	28	0,11	50	0,3	0,01	0,28	230,8	230,7	227,69	227,41	3,11	3,29
ДК3-ДК4	5	0,12	50	0,3	0,01	0,05	230,7	230,7	227,41	227,36	3,29	3,34
ДК4-ДК5	11	0,15	50	0,33	0,01	0,11	230,7	230,7	227,36	227,25	3,34	3,2
ДК5-ДК6	8	0,16	50	0,33	0,01	0,08	230,7	230,7	227,25	227,17	3,2	3,53
ДК6-КК2-7	18	0,2	50	0,33	0,01	0,18	230,7	230,6	227,17	226,9	3,53	3,7

1.10 Оценка эффективности дренажной системы

При проектировании дренажной системы необходимо рассчитать максимально возможный уровень грунтовых вод после прохождения дренажной системы.

Расчет положения сниженного уровня грунтовых вод определяется по формуле

$$h_x = \frac{Q_0}{K} \left(\frac{\ln\left(1 - e^{-\frac{\pi x}{H}}\right)}{\pi} - \frac{(R-x)}{2H} \right) + H, \text{ м} \quad (13)$$

где x – расстояние от дренажной трубы до конца обсыпки, 0,75 м.

$$h_x = \frac{0,25}{2} \left(\frac{-0,483}{3,14} - \frac{(22-0,75)}{4} \right) + 2 = 1,3 \text{ м}$$

Пониженный уровень грунтовых вод относительно водоупора определяется по формуле

$$H_{\text{пон}} = H_{\text{в.у}} - h_x, \text{ м} \quad (14)$$

где $H_{\text{в.у}}$ – глубина водоупорного слоя, 4 м.

$$H_{\text{пон}} = 4 - 1,3 = 2,7 \text{ м}$$

Сравниваем пониженный уровень грунтовых вод и глубину залегания фундамента зданий.

Уровень пониженных грунтовых вод равен 2,7 м, что является ниже подошвы фундамента, которая находится на уровне 2,3 м, то есть на 0,5 м ниже, это водопонижение соответствует нормам по СП 250.1325800.2016 [1].

1.11 Выбор материала труб для устройства дренажной системы

Современные трубы для дренажных систем производят с различных материалов. Все же наиболее качественными и эффективными являются изделия из полипропилена, ПВХ и полиэтилена. Они могут быть однослойные и двухслойные, с дополнительными кольцами на наружной поверхности, что позволяет повысить их прочность. Популярны гибкие трубы, которые выпускаются в бобинах, их длина достигает 50 метров. Стоит отметить, что стенки в них могут быть гладкими или гофрированными с минимальным сечением в 50 мм.

Что касается полиэтиленовых труб, то они могут быть изготовлены способом низкого или высокого давления. Основной особенностью таких изделий является частичная или полная перфорация, которая повышает эффективность всей дренажной системы.

Перфорация – это отверстия по всей длине. Как правило, они находятся на расстоянии в 60 градусов по окружности друг от друга. Сечение имеет по 6 перфорированных отверстий с диаметром в 1,3 мм. Что касается частичной перфорации, то она предусматривает наличие трех отверстий по окружности изделия. Они позволяют быстрее отводить сточную воду. Несмотря на свою легкость, полимерные трубы обладают высокими показателями жесткости за счет специальных ребер, которые позволяют равномерно распределить нагрузки. В силу этого такие дренажные системы можно укладывать на большие глубины.

Полиэтиленовые трубы обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами, такими как: долговечность, легкость, простота в установке, являются диэлектриками, дешевизна.

Для устройства дренажей выпускаются гофрированные двухслойные трубы с защитно-фильтрующей оболочкой диаметрами 30, 50, 100, 150, 200 и 250 мм из отечественных и импортных марок полиэтилена ТУ 2248-030-41989945-04, НПО «Стройполимер».

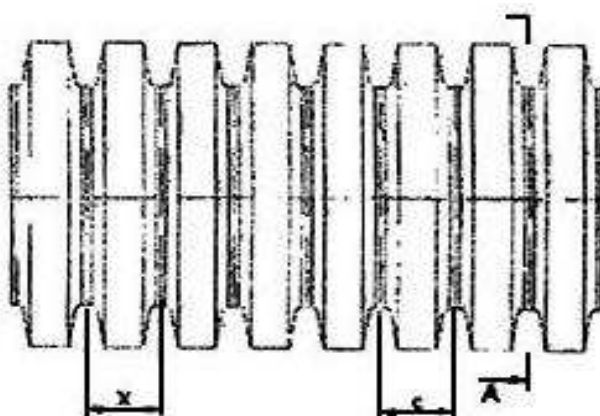


Рисунок 13 – Полимерная гофрированная труба

1.12 Смотровые колодцы

Смотровые колодцы на трубчатых дренажах согласно СП 103.13330.2012 [2] п. Б22 следует устраивать не более чем через 50 м по длине дрены, на поворотах, пересечениях, в местах изменения уклона или перепада отметок лотка дрены. Трубы между колодцами следует укладывать без изменения уклона.

Смотровые колодцы согласно Техническим рекомендациям 168-05 следует выполнять из сборных железобетонных элементов. Для дренажных труб с защитно-фильтрующей оболочкой диаметр круглого колодца следует прини-

мать 1 м. При глубине заложения дренажа более 3 м диаметр колодцев следует принимать не менее 1,5 м [1].

Приняты смотровые железобетонные колодцы диаметром 1,5 м.

С учетом размера смотровых колодцев так же подбирается ширина траншеи для дренажа, принимаем ширину траншеи для дренажа равной 1,5 м.

1.13 Обсыпка трубчатого дренажа

Важным элементом конструкции трубчатого дренажа является фильтрующая обсыпка, которая выполняет захват подземных вод. Фильтрующие грунтовые обсыпки в зависимости от состава осушаемого грунта делают однослойными или двухслойными.

Высоту песчаной призмы принимают с учетом гидрогеологических условий, отметок существующей проектной и поверхностной, а также характера заглубленного помещения. Назначение призмы – прием воды, притекающей с боков. Наименьшая высота песчаной призмы составляет 0,6 от величины расчетного уровня грунтовых вод относительно дна дренажной траншеи.

Однослойные обсыпки делают при прокладке дренажа в гравелистых и крупных песках, а также песках средней крупности со средним диаметров частиц 0,3 мм и крупнее.

При прокладке дренажа в супесях и мелких пылеватых и среднезернистых песках со средним диаметров частиц меньше 0,3, а также при слоистом строении водопластого пласта обсыпку обычно делают из двух слоев. Первый (около трубы) отсыпают из гравия. Второй слой делают из песка, являющегося продуктом выветривания изверженных пород.

Материалы, использованные для обсыпок, должны отвечать требованиям, предъявляемым к материалам для гидротехнических сооружений, и соответствовать действующим стандартам.

Состав фильтрующих обсыпок подбирают таким образом, чтобы исключить суффозию и кольмантаж системы. Вымывание глинистых и илистых частиц в поры грунта, а также механический вынос подземными водами мельчайших частиц из осушаемой горной породы могут иметь негативные последствия для дренажной системы и защищаемого объекта.

Принят щебень марки М1000 с крупностью фракций от 6 до 10 мм, а для внешнего слоя принимаем песок с коэффициентом фильтрации не менее 5 м³/сут. Толщину одного слоя следует принимать не менее 150 мм. Обсыпке придают прямоугольную или трапецеидальную форму.

Конструкция обсыпок должна соответствовать типу дренажа. В несовершенном дренаже трубы размещают на слое фильтрующей обсыпки.

1.14 Расчёт расходов поверхностного стока

Расчёт расходов поверхностного стока при водоотведении в коллектор приведён в СП 32.13330.2018 (п. 7.4).

При гидравлическом расчете сетей водоотведения поверхностных сточных вод расходы в сетях водоотведения, л/с, отводящих сточные воды с селитебных территорий и площадок предприятий определяются методом предельных интенсивностей по формуле

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (15)$$

где A , n – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

Z_{mid} – среднее значение коэффициента покрова, характеризующего поверхность бассейна стока;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного;

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma \quad (16)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P=1$;

n – показатель степени;

m_r – среднее количество дождей за год;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, 0,5 года;

γ – показатель степени;

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа) определена по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ МИН} \quad (17)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевого стока по поверхности земли до уличного лотка, или при наличии дождеприемников в пределах участка до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

t_{can} – продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам до дождеприемника;

t_p – продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения (створа).

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (18)$$

где l_p – длина участков лотков, м;

v_p – расчетная скорость течения стока, 0,8-1 м/с.

Продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (19)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения стока, 0,8-1 м/с.

$$A = 70 \cdot 20^{0,52} \cdot \left(1 + \frac{\lg 0,5}{\lg 90}\right)^{1,54} = 325$$

$$Q_r = \frac{0,16 \cdot 1033,3 \cdot 0,32}{12,46^{0,5}} = 15,1, \text{ л/с}$$

Таблица 4 – Расход поверхностных сточных вод

№ участка	Площадь стока* F , га	Параметр, характеризующие интенсивность дождя A	Продолжительность протекания поверхностного стока				Коэффициента покрова Z_{mid}	Расход дождевых сточных вод Q_r , л/с
			по поверхности земли t_{con} , МИН	по лоткам t_{can} , МИН	по трубам t_p , МИН	до расчетного участка t_r , МИН		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д2-КК2-1	0,1	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	4,68
Д2-КК2-1	0,12	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	5,62
КК2-1-КК2-2	0,1	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	14,98
Д4-КК2-2	0,03	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	1,41
КК2-1-КК2-3	0,02	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	17,33
Д5-КК2-3	0,03	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	1,41
КК2-3-КК2-4	0,02	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	19,68
Д7-КК2-7	0,1	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	4,68
КК2-7-КК2-4	0,1	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	29,04
КК2-4-НС	0,04	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	30,91
Д10-КК2-5	0,2	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	9,37
КК2-5-КК2-6	0,18	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	17,80
Д9-КК2-6	0,15	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	7,03
КК2-6-НС	0,02	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	25,77
НС-ГКК2	0,05	325	5	6,1	1,36	12,46	0,16	59,02

1.15 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока

Целью гидравлического расчёта водоотводящей сети является определение диаметров труб, а также основных гидравлических параметров движения сточных вод.

Режим движения поверхностного стока – самотечный.

Диаметр трубопровода d и гидравлические параметры движения сточных вод (уклон i скорость v) заполняются с помощью таблиц Лукиных. Наименьшие диаметры для внутриквартальной сети поверхностного стока согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.3.1) принимаются 200 мм.

Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов водоотводящей сети согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.5.1) для труб диаметрами 200 мм принимаются 0,007. В зависимости от местных условий, при соответствующем обосновании, для отдельных участков сети допускается принимать уклон 0,005.

Минимальные скорости движения стока при наибольшем расчетном наполнении труб принимаются по табл. 2. СП 32.13330.2018.

Наибольшая расчетная скорость движения сточных вод согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.4.2) принимается 10 м/с – для металлических, полимерных труб и стеклокомпозитных труб, 7 м/с – для неметаллических (бетонных, железобетонных и хризотилцементных).

Скорость движения сточных вод на последующем участке должна быть равной или большей, чем на предыдущем.

Наполнение труб принято полным, т.е. равным 1.

Падение на участке сети определено по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (20)$$

где i – гидравлический уклон на участке;

l – длина участка, м.

Геодезический расчет водоотводящей сети производится с целью определения отметок лотков труб и глубины заложения трубопроводов.

Соединение труб различных диаметров в колодцах принято по шельгам – верхним образующим труб.

Отметки поверхности земли $Z_{п.з}$ в начале и конце участка определены по горизонталям рельефа на генплане населенного пункта.

Глубина заложения в колодцах начальных участков принята 1,2 м, с учётом сезонного оттаивания грунта.

Отметка лотка трубы в начале участка:

$$Z_{л}^H = Z_{пз}^H - H_{нач}, \text{ м} \quad (21)$$

Отметка лотка трубы в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{л}^H = Z_{л}^K - \Delta d, \text{ м} \quad (22)$$

где Δd – разница диаметров труб рассчитываемого и предыдущего участков, м; при $\Delta d = 0$, $Z_{л}^H = Z_{л}^K$.

В случаях если в колодце соединяются несколько участков, отметка лотка трубы в начале следующего участка $Z_{л}^H$ принимается равной наименьшей из отметок труб конце ($Z_{л}^K$) участков, присоединяемых к расчётному.

Отметка лотка в конце любого участка сети:

$$Z_{л}^K = Z_{л}^H - \Delta h, \text{ м} \quad (23)$$

где Δh – падение линии участка трубопровода, м.

Глубина заложения трубы в начале участка (для всех участков, кроме начальных) равна разнице отметок поверхности земли и лотка:

$$H^H = Z_{пз}^H - Z_{л}^H \quad (24)$$

Глубина заложения трубы в конце участка:

$$H^K = Z_{пз}^K - Z_{л}^K \quad (25)$$

Максимальная глубина заложения труб согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.5) определяется расчетом в зависимости от материала труб, их диаметра, грунтовых условий, материала засыпки, ширины траншеи и метода производства работ.

При открытом способе производства работ, с учётом опыта земляных и монтажных работ, максимальная глубина заложения труб в сухих грунтах принимается не более 7-8 м, в мокрых или со скальными включениями – до 4 метров. Расчеты приведены в (таб. 5).

При превышении допустимой глубины заложения (более 7-8 м) предусматриваются станции (установки) перекачки сточных вод, которые устанавливаются в местах значительного заглубления сети.

Напорный патрубок насоса, с учётом глубины промерзания, размещается на минимальной глубине.

Для оценки степени наполнения труб и режима движения бытовых сточных вод на участках трубопроводов определяются отметки поверхности (уровней) сточной воды:

$$Z_{\text{в}}^{\text{н}} = Z_{\text{л}}^{\text{н}} + h, \text{ м} \quad (26)$$

$$Z_{\text{в}}^{\text{к}} = Z_{\text{л}}^{\text{к}} + h, \text{ м} \quad (27)$$

где h – слой воды в трубе, м.

$Z_{\text{л}}^{\text{н}}$ – отметка лотка трубы в начале участка, м;

$Z_{\text{л}}^{\text{к}}$ – отметка лотка трубы в конце участка, м.

Таблица 5 – Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока (К2)

№ участка	Длина участка, L , м	Максимальный расход сточных вод q_{\max} , л/с	Диаметр трубы d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
								Поверхность земли $Z_{п.з.}$		Лоток трубы $Z_{л}$			
								в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Д2-КК2-1	3	4,68	200	0,007	0,64	0,3	0,021	230,8	230,8	229,6	229,58	1,2	1,22
Д3-КК2-1	4	5,62	200	0,007	0,69	0,35	0,028	230,8	230,8	229,6	229,57	1,2	1,23
КК2-1-КК2-2	22	14,98	200	0,01	0,98	0,5	0,22	230,8	230,7	229,6	229,38	1,2	1,32
Д4-КК2-2	1	1,41	200	0,004	0,38	0,2	0,004	230,7	230,7	229,50	229,50	1,2	1,20
КК2-2-КК2-3	6,5	17,33	200	0,01	1,02	0,55	0,065	230,7	230,7	229,38	229,32	1,32	1,38
Д5-КК2-3	1	1,14	200	0,004	0,38	0,2	0,004	230,7	230,7	229,5	229,50	1,2	1,20
КК2-3-КК2-4	20,1	19,68	200	0,01	1,05	0,6	0,201	230,7	230,5	229,32	229,11	1,38	1,39
Д7-КК2-7	2	4,68	200	0,007	0,64	0,3	0,014	230,6	230,6	229,4	226,9	1,2	3,7
КК2-7-КК2-4	7	29,04	200	0,01	1,12	0,8	0,07	230,6	230,5	226,9	226,7	3,7	3,8
КК2-4-НС	20	30,91	200	0,01	1,12	0,85	0,2	230,5	230,4	226,7	226,5	3,8	3,9
Д10-КК2-5	3	9,37	200	0,006	0,72	0,45	0,018	230,7	230,7	229,5	229,48	1,2	1,22
КК2-5-КК2-6	42,4	17,8	200	0,01	1,02	0,55	0,424	230,7	230,4	229,5	229,08	1,2	1,32
Д9-КК2-6	3	7,03	200	0,006	0,68	0,4	0,018	230,5	230,4	229,3	229,28	1,2	1,12
КК2-6-НС	2	25,77	200	0,01	1,1	0,7	0,02	230,4	230,4	229,08	229,06	1,32	1,34
НС-ГКК2	6	59,02	300	0,0055	1,08	0,75	0,033	230,4	230,3	226,5	227,6	4	2,3

1.16 Насосная станция

Для подъема дренажных и поверхностных сточных вод в городскую канализационную систему необходима установка насосной станции.

Подбор насосной станции осуществляется по суммарному максимальному расходу сточных вод (таб. 5).

$q_{\max} \text{ КК2-1-НС} = 30,91 \text{ л/с}$ (включая расход дренажной системы).

$q_{\max} \text{ КК2-5-НС} = 25,77 \text{ л/с}$

Суммарный максимальный расход сточных вод, поступающих к насосной станции составляет $56,68 \text{ м}^3/\text{с}$.

2. Технология разработки грунта и прокладки труб

2.1 Технология земляных работ

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта. Они состоят из подготовительных, вспомогательных и основных процессов. Состав основных процессов зависит от способа разработки грунта.

Подготовительные процессы (разбивка земляного сооружения, понижение уровня грунтовых вод и др.) выполняются до начала разработки грунта.

Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив, крепление стенок сооружения и др.) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта.

Сооружения, получаемые после выполнения земляных работ, называются земляными сооружениями. Они делятся на выемки (котлован, траншея, резерв и др.) и насыпи (дорожное полотно, кавальер и др.). Котлованами называются выемки, ширина которых мало отличается от длины, они необходимы для строительства сооружений. Траншеями – выемки, имеющие малые размеры поперечного сечения и большую длину, они необходимы для прокладки трубопроводов. Котлованы и траншеи – временные земляные сооружения, которые устраиваются в грунтах.

В зависимости от трудоемкости разработки все грунты разделены на группы, что следует учитывать при выборе и определении выработки механизмов и рабочих.

Различают несвязные грунты – это крупноблочные (гравелисто-галечные), песчаные; связные грунты – глины и суглинки; малосвязанные грунты, занимающие промежуточное положение. А также грунты бывают сухие (с содержанием воды до 5 %), влажные (от 5 до 30 %) и мокрые (более 30 %). Совокупность этих свойств грунтов также учитывается при разработке.

Одним из основных свойств грунта является также его разрыхляемость, которая характеризуется двумя коэффициентами – первоначального и остаточного разрыхления.

Коэффициент первоначального разрыхления показывает величину увеличения объема грунта при его разработке за счет уменьшения плотности. Коэффициент остаточного разрыхления показывает величину увеличения объема грунта после его послойной укладки и уплотнения в сооружении.

2.2 Способы разработки грунта

Разработку грунта можно вести следующими методами:

- механическим, при котором грунт разрабатывается послойно резанием рабочим органом землеройной машины;

- гидромеханическим, при котором грунт разрабатывается при помощи воды, превращаясь в пульпу (частицы грунта, взвешенные в воде), гидромонитором или земснарядом;

- взрывным – грунт разрабатывается при помощи взрывчатых веществ, а также применяется для разрыхления мерзлых и скальных грунтов;

- бурение – грунт разрабатывается при помощи специальных машин вращательного или ударно-вращательного действия;

- комбинированным – это комбинация выше перечисленных способов (чаще взрывной и механический).

Механический способ является основным. Этим способом разрабатывается более 80 процентов грунтов. В этом случае применяются землеройные и землеройно-транспортные машины.

Землеройные машины циклического действия – это одноковшовые экскаваторы, которые производят разработку грунта с погрузкой его в транспортные средства или навывет (выгрузку в отвал).

Землеройные машины непрерывного действия – это цепные и роторные экскаваторы, которые применяются для разработки грунта линейных выемок (траншей, канав) большой протяженности. Цепные экскаваторы копают траншеи глубиной до 3,5 м, роторные – до 1,5 м.

Землеройно-транспортные машины – бульдозеры, скреперы (самоходные и прицепные), автогрейдеры разрабатывают и перемещают грунт на определенные расстояния. Бульдозеры до 200 м, скреперы от 3 до 5 км.

Состав основных процессов при механическом способе разработки грунта:

- резание грунта;
- транспортирование грунта;
- укладка грунта и разравнивание;
- уплотнение грунта.

Основной объем грунта при производстве земляных работ разрабатывается при помощи одноковшовых экскаваторов. Навесным оборудованием к ним является: прямая и обратная лопаты, драглайн и грейфер.

Экскаватор прямая лопата разрабатывает грунт выше своей стоянки и грузит его в транспортное средство при перемещении экскаватора и автосамосвалов по дну котлована. Экскаватор обратная лопата и драглайн разрабатывают грунт ниже своей стоянки и грузят его в автосамосвал или разрабатывают навывет. При этом транспорт перемещается по берме траншеи, котлована или по дну выемки.

Пространство, образующееся после разработки грунта экскаватором, называется проходкой. При лобовом забое применяется прямолинейная, когда ширина котлована по верху меньше 1,5 радиуса копания грунта экскаватора), зигзагообразная (меньше 2,5 радиуса копания) и поперечно-лобовая (меньше 3,5 радиуса копания) проходки, при торцевом забое – прямолинейная и зигзагообразная, при боковом – боковая проходка, которая применяется при значи-

тельных размерах котлована. В этом случае первая проходка – прямолинейная, а остальные боковые. Количество боковых проходок определяется исходя из размеров выемки и ширины прямолинейной проходки.

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную (проектную) глубину выемки. С целью предотвращения повреждения основания и перебора грунта при его разработке, в выемке оставлялся недобор, величина которого зависит от сменного оборудования одноковшового экскаватора и емкости ковша.

Отвал грунта при разработке траншеи чаще всего размещают с левой стороны, а правую сторону оставляют свободной для проезда и возможности выполнения сварочно-монтажных и изоляционных работ. Для предохранения стенок траншеи от обрушения отвал грунта располагают на расстоянии 0,5 м и более от ближайшей бровки траншеи.

При отрывке выемок в стесненных условиях городской застройки приходится их делать с вертикальными откосами. При этом необходимо иметь в виду, что без крепления вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше уровня грунтовых вод, допускается при глубине их не более (м):

- в песчаных и крупноблочных грунтах 1,0;
- в супесях 1,25;
- в суглинках и глинах (кроме очень прочных) 1,5;
- в очень прочных суглинках и глинах 2,0.

Крепление вертикальных стенок обязательно при устройстве выемок в стесненных производственных условиях, отрывке глубоких выемок и в сильно водонасыщенных грунтах.

Тип крепления выбирается в зависимости от назначения и размеров выемки, свойств грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства работ.

2.3 Способы уплотнения грунта

Грунт уплотняется с целью увеличения его несущей способности и снижения водопроницаемости. Наибольшая плотность грунта с наименьшими затратами труда достигается при определенной для данного грунта влажности (оптимальной). Поэтому сухие грунты должны увлажняться, а переувлажненные – осушаться. Разравнивание и увлажнение грунта являются подготовительными процессами и выполняются непосредственно перед уплотнением грунта.

В зависимости от используемых машин применяются следующие способы уплотнения грунта:

- укатка с помощью различных видов катков;
- трамбование при помощи трамбовок большой массы, сбрасываемых с определенной высоты;
- вибрирование при помощи специальных вибрирующих машин.

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, пневмомашинами. Разравнивание производится горизонтальными слоями толщиной от 0,2 до 0,4 м при продольном ходе бульдозера.

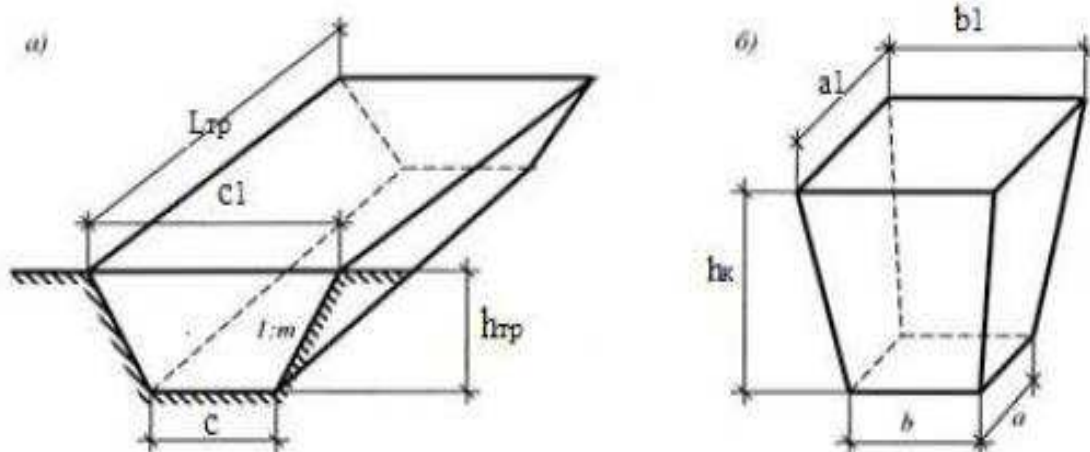
Распределение грунта производится от краев насыпи к ее середине с перекрытием предыдущего прохода на 0,3 м.

Требуемая плотность грунта получается за несколько проходов катков по одному месту (от 6 до 8 проходов).

2.4 Расчет объемов земляных работ

2.4.1 Определение размеров траншей

Для определения объемов земляных работ по устройству траншеи знать ее длину, ширину и глубину.



а – к определению объема траншеи; б – к определению объема котлована под камеры

Рисунок 14 – Основные параметры выемок

Ширина траншеи по верху с учетом заложения откоса в зависимости от вида грунта определяется по формуле

$$c = c_1 + 2m \cdot h_{тр} \quad (28)$$

где c_1 – ширина траншеи по дну, 1,85 м;
 m – коэффициент откоса в супесях, 0,2;
 $h_{тр}$ – высота траншеи, 4 м.

$$c = 1,85 + 0,4 \cdot 4 = 3,45 \text{ м}$$

Глубина траншеи зависит от глубины заложения труб.

Продольный уклон траншеи устанавливается в зависимости от назначения трубопровода.

2.4.2 Определение объемов работ по разработке грунта в котловане и траншее

Объем траншеи определяется из условия постоянного поперечного сечения:

$$V_{\text{тр}} = \frac{c+c_1}{2} \cdot h_{\text{тр}} \cdot l \quad (29)$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{1,85+3,45}{2} \cdot 4_{\text{тр}} \cdot 398,6 = 4225,16 \text{ м}^3$$

2.4.3 Определение объемов работ по срезке растительного слоя грунта с котлована и траншеи

До начала земляных работ необходимо в пределах строительной площадки снять растительный слой грунта и уложить в отвалы для дальнейшего использования при рекультивации сельскохозяйственных земель или благоустройстве территории. Плодородный слой грунта, толщиной 20 см снимают в талом состоянии бульдозером или скрепером и транспортируют в отведенное для хранения место.

Толщина растительного слоя равна 0,2 м; грунт без корней и примесей природной влажности.

Объем работ по срезке растительного слоя траншеи определяется по формуле

$$V_{\text{ср}} = c_1 \cdot l_{\text{тр}} \cdot h_{\text{ср}} \quad , \text{ м}^3 \quad (30)$$

где $h_{\text{ср}}$ — высота срезки грунта, 0,2 м.

$$V_{\text{ср}} = 3,45 \cdot 398,6 \cdot 0,2 = 275 \text{ м}^3$$

2.4.4 Определение объемов работ по зачистке дна котлована и траншеи

При разработке грунта экскаватором на дне котлована и траншеи остается недобор грунта h_n , величина которого принимается равной 0,1 м.

Объем недобора по всей площади траншеи определяется по формуле

$$V_{\text{ср}} = c \cdot l_{\text{тр}} \cdot h_n, \text{ м}^3 \quad (31)$$

$$V_{\text{ср}} = 1,85 \cdot 398,6 \cdot 0,1 = 73,741 \text{ м}^3$$

2.4.5 Определение объема засыпки дренажной системы

Наименьшая высота песчаной призмы составляет 0,6 м от величины расчетного уровня грунтовых вод относительного дна дренажной траншеи. Минимальный слой щебня равен 150 мм. Принят слой щебня – 500 мм.

Обсыпка щебнем будет проходить в виде квадрата вокруг дренажной трубы.

Необходимый объем щебня для обсыпки:

$$V_{\text{щ}} = (a^2 - V_{\text{тр}}) \cdot l_{\text{тр}}, \text{ м}^3 \quad (32)$$

где a – высота и ширина обсыпки щебнем, м;

$V_{\text{тр}}$ – объем занимаемый трубой, м^3

$l_{\text{тр}}$ – длина трубы, м.

Объем грунта, занимаемый трубой вычисляется по формуле

$$V_{\text{тр}} = \pi R_{\text{тр}}^2 \quad (33)$$

где $R_{\text{тр}}$ – радиус трубы, м.

$$\text{Объем трубы 50 мм: } V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,000375 = 0,0011 \text{ м}^3$$

Объем щебня на участках труб 50 мм:

$$V_{\text{щ1}} = (0,5^2 - 0,0011) \cdot 352 = 87,61 \text{ м}^3$$

Высота песчаной призмы:

$$H_{\text{пес}} = h_{\text{с.у.г.в}} \cdot 0,6, \text{ м} \quad (34)$$

где $h_{c,y.g.v}$ – высота слоя уровня грунтовых вод равна 2 м.

$$H_{\text{пес}} = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ м}$$

Ширина заполненной траншеи песком по верху:

$$c_{\text{пес}} = c_1 + 2m \cdot H_{\text{пес}} \quad (35)$$

$$c_{\text{пес}} = 1,85 + 0,4 \cdot 1,2 = 2,33 \text{ м}$$

Занимаемый объем песком:

$$V_{\text{пес}} = \frac{c_{\text{пес}} + c_1}{2} \cdot H_{\text{пес}} \cdot l_{\text{тр}} - V_{\text{ш}} \quad (36)$$

$$V_{\text{пес}} = \frac{2,33 + 1,85}{2} \cdot 1,2 \cdot 398,6 - 87,61 = 912 \text{ м}^3$$

2.4.6 Соединение дренажных труб

Соединение пластиковых труб дренажной системы согласно СП 40-102-2000 [3] рекомендуется производить путем раструба.

Раструб канализационной трубы представляет расширение в виде воронки на одном из концов трубы системы (рис. 15).

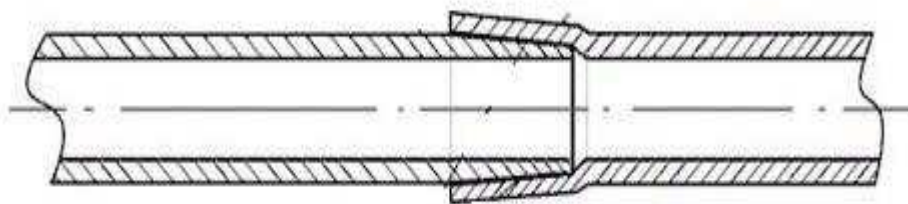


Рисунок 15 – Раструбное соединение труб

Еще один способ герметизации стыков ПВХ-дрен – это посадка на влагостойкий клей. Для этого на обезжиренную поверхность меньшего диаметра стыка наносится быстротвердеющий клеевой состав, трубы соединяются, после чего соединение еще раз промазывается клеем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дренажная система защищает фундамент от негативного воздействия гидростатического давления грунтовой воды, что уменьшает риск ее поступления внутрь цоколя. Также дренажная система защищает участок от подтопления, переувлажнения или заболачивания. Если пренебречь устройством дренажной системы, то это может привести к снижению срока службы фундамента из-за его избыточного переувлажнения.

Выбор способа понижения уровня грунтовых вод основывается на нескольких важнейших факторов, таких как питание подземных вод, территория застройки, химический анализ воды и других факторов.

В работе определены:

- расходы грунтовых вод;
- приняты оптимальные схемы дренирования участка застройки.
- проведен гидравлический и геодезический расчет канализационной и дренажной систем; глубина заложения труб от 3 до 3,29 м.

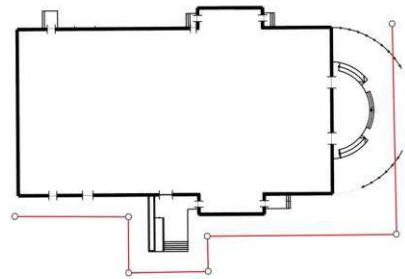
С помощью дренажной системы, возможно уменьшения уровня грунтовых вод относительно залегаемой части здания или иного сооружения, что способствует безопасной, комфортной и продолжительной эксплуатации здания или сооружения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

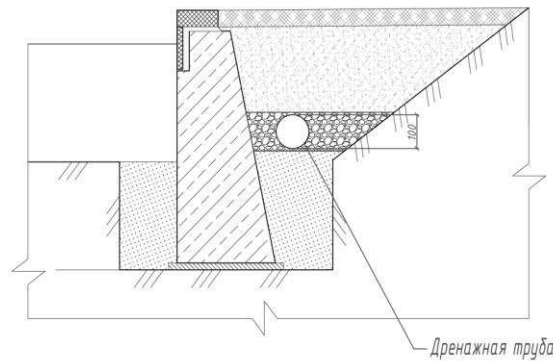
1. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод
2. СП 103.13330.2012 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод.
3. СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.
4. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
5. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – Введен 01.07.2013 – Москва, Екатеринбург, Санкт-Петербург: ООО «Геоградстрой», ЗАО «РРЭЦ», СРО НП «Уральское общество изыскателей», Комитет по градостроительству и архитектуре Правительства Санкт-Петербурга, – 109 с.
6. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями № 1, 2). – Введен 01.01.2013 – Санкт-Петербург: «СПБГПУ», ОАО «НИЦ Строительство», – 113 с.
7. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. – Введен 01.01.2013. – Москва: ОАО «НИЦ Строительство», ООО «Геопроект», – 71 с.
8. СП 91.13330.2012 Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80. – Введен 01.01.2013. – Москва: ОАО «ВНИМИ», – 63 с.
9. Клиорина, Г. И. Инженерное обеспечение строительства. Дренаж территории застройки: учебное пособие для вузов / Г. И. Клиорина, – Москва: Юрайт, 2017. – 201 с.

Виды дренажей

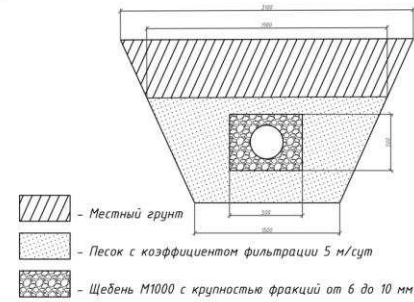
Контурный дренаж



Пристенный дренаж



Трубчатый дренаж несовершенного вида



Пластовый дренаж

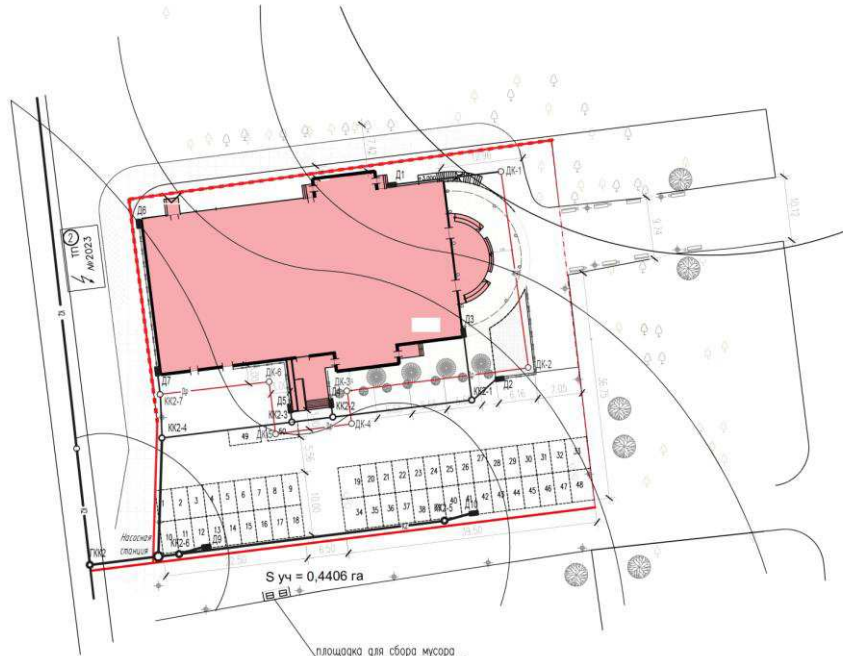


Дренажная труба

БР									
Изм.	Кол.	Лист	МШок.	Лодн.	Дата	Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.	Д.В. Куконин					Проектирование дренажной системы территории бизнес центра	Стация	Лист	Стация
Проб.	И.В. Прокопчик								
Н.контр.						Генплан участка М 1:250	ИСЗиС		
Заб. каф.	Мальченко А.И.								



Генплан участка М 1:250



- Условные обозначения
- граница участка (площадь участка = 0,4406 га)
 - Офисное здание площадь застройки = 1453,35 м²
 - асфальтовое покрытие
 - газон с применением газонной решетки (для проезда пожарных машин)
 - парковочные места
 - парковочные места для инвалидов

ВЕДОМОСТЬ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ			
Условное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
☐	Скамья	8	
○	Урна	6	Урна переносная
⊙	Фонарь уличный	15	
●	Зонт-теньевой	4	
☐	Мусоросборный контейнер	2	

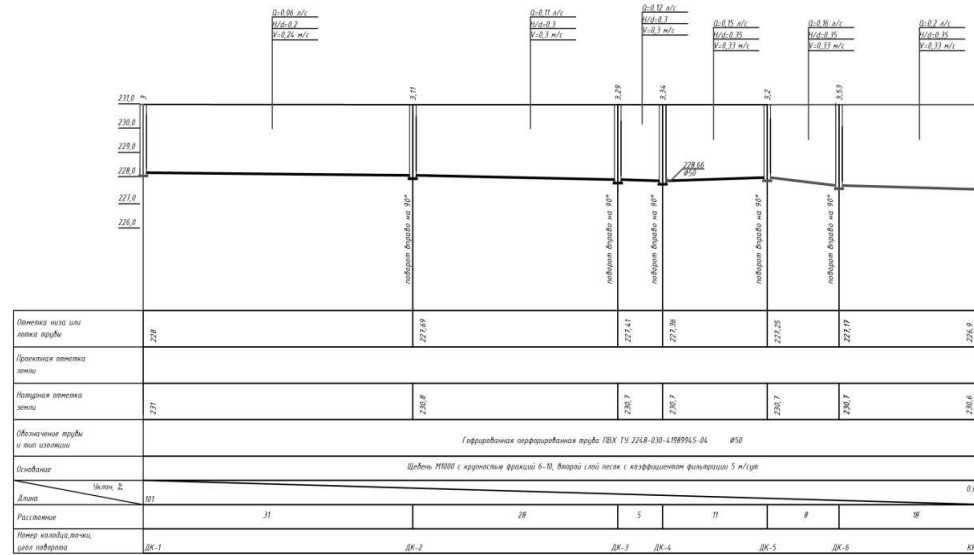
ВЕДОМОСТЬ ТРОТУАРОВ, ДОРОЖЕК И ПЛОЩАДОК			
Поз.	Обозначение	Тип	Площадь покрытия, м ²
	Асфальт		2417,74
	Летняя площадка		316,57

ВЕДОМОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ			
Обозначение	Возраст, лет	Количество	Примечание
Цветник		61,674	м ²
Газон с решеткой		541,432	м ²
Лиственные деревья		6	
Карликовые деревья		7	

☉ - существующие деревья (не подлежат вырубке)

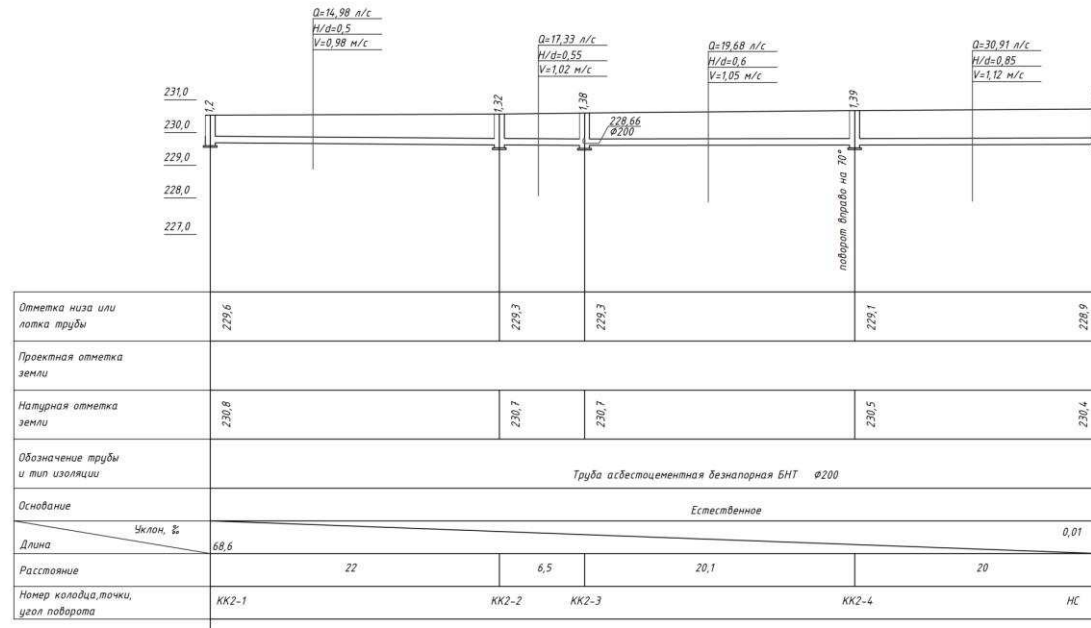
БР										
Служба федеральных инспекторов по вопросам государственного управления										
Информационно-аналитический отдел										
Служба инспекции по вопросам государственного управления										
Служба инспекции по вопросам государственного управления										
Исполнитель	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.
Проверено	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.
Дата	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.	И.И.И.	М.П.
Исполнитель	И.И.И.									
Проверено	И.И.И.									
Дата	И.И.И.									

Продольный профиль дренажной системы офисного здания



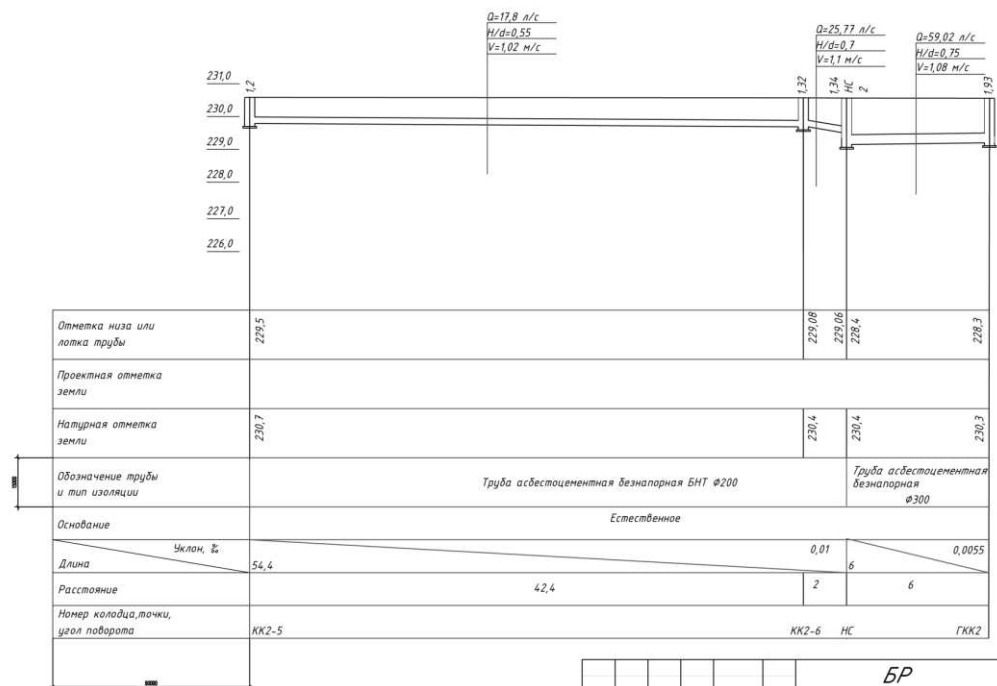
БР					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Имя	Кат.	Этаж	Место	Польз.	Дата
Исполн.	И.В. Куликов				
Проф.	И.В. Куликов				
Проектирование дренажной системы					
Исполн.	И.В. Куликов				

Продольный профиль канализационной системы офисного здания



БР						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	МШок.	Подп.	Дата	Проектирование дренажной системы территории бизнес центра	Стадия	Лист	Стадий
Разраб.	Д.В. Куконев								
Проб.	А.В. Проитак					Генплан участка М 1:250	ИСЗиС		
Инженр.									
Зав. каф.	Мамашева А.И.								

Продольный профиль канализационной системы офисного здания




						БР			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	Изд.	Подп.	Дата	Проектирование дренажной системы территории бизнес центра	Стадия	Лист	Стадия
Разраб.	Д.В. Курчатов								
Пров.	Д.В. Прокоп					Генплан участка М 1:250	ИСЗиС		
Исполн.									
Заб. каф.	Матвеева А.И.								

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Матюшенко А.И.

подпись инициалы, фамилия

« 25 » июня 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
код и наименовании направления

Проектирование дренажной системы территории бизнес-центра

Пояснительная записка

Руководитель



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



25.06.2020

подпись, дата

Д.В. Куконков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Красноярск 2020