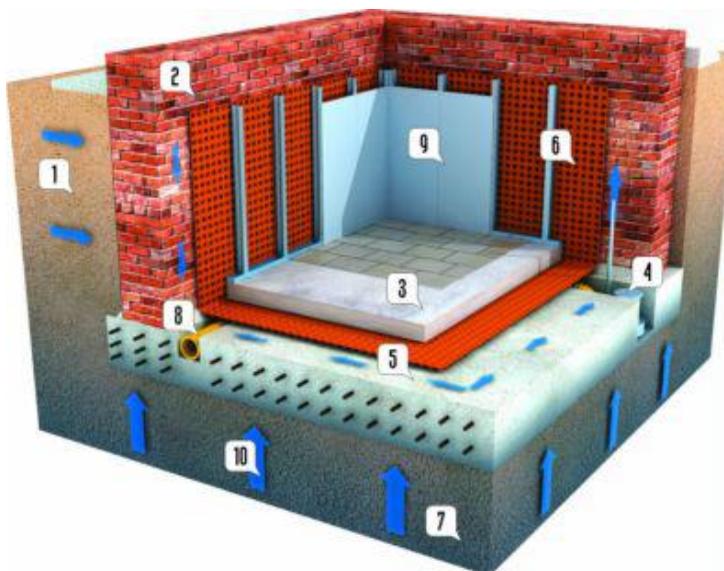


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Пчёлкин В.В.

ОСУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПОСЕЛЕНИЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Москва, 2021

УДК 631.6
ББК40.6
П92

Рецензенты:

д.техн.н., старший научный сотрудник В.И Сметанин
д.техн.н., профессор Н.В. Ханов

В.В. Пчелкин Осушение земель поселений
П92 Учебное пособие / В.В. Пчелкин – М.: Издательство
«Спутник+», 2021.

ISBN_____

Учебное пособие по дисциплине мелиорация земель включает в себя общие сведения о технических средствах в области мелиорации земель их конструктивных элементах, а также о методах и средствах проектирования мелиоративных систем.

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению 35.03.11 – «Гидромелиорация» и рекомендуется Научно-методическим советом по Сельскому хозяйству для использования в учебном процессе.

УДК 631.6
ББК40.6

ISBN

© Пчелкин В.В., 2021

ВВЕДЕНИЕ

Мелиорацию территорий приусадебных, дачных и коттеджных участков широко используют при строительстве новых и реконструкции уже существующих населенных пунктов. За последнее время этот вопрос приобрел еще большее значение в связи с массовым строительством коттеджных и дачных поселков. Населенные пункты, приусадебные и дачные участки, коттеджи, как правило, размещают на непригодных под пашню территориях. Поэтому, перед строительством приходится выполнять осушительные мероприятия.

Эффективность работы осушительной сети зависит от того, насколько правильно будут учтены природные условия, а также факторы естественного и искусственного подтопления территорий населенных пунктов.

В учебном пособии рассматриваются факторы, влияющие на естественное и искусственное подтопление территорий населенных пунктов, приводятся способы их защиты. Основное содержание работы посвящено описанию конструкций и систем открытых каналов и подземных дренажей, применяемых при строительстве населенных пунктов, методам их проектирования и инженерным расчетам. Кроме того, приведен пример выполнения курсового проекта осушения коттеджного поселка.

1. ПРИЧИНЫ ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

1.1. Естественные причины подтопления. Типы водного питания

Причины, влияющие на переувлажнение территорий, можно разделить на естественные и искусственные.

Естественные причины тесным образом связаны с комплексом природных факторов. К ним относятся: гидрологические и гидрогеологические условия, геологическое строение, место расположения участка относительно основных элементов рельефа местности (водораздел, склон, долина). Поэтому целесообразно рассмотреть формирование водного режима территорий относительно всех элементов рельефа местности. Формирование водного режима по элементам рельефа местности представлено на рис. 1.

Водораздел подвержен влиянию только атмосферных осадков, эти воды и являются основными в формировании водного режима. На верхнюю часть склона также оказывают влияние атмосферные осадки; средняя часть склона дополнительно, кроме осадков подвергается влиянию поверхностных вод, стекающих с верхней части склона. Водный режим нижней части склона сложный, так как кроме осадков и поверхностных вод со склона в этой части рельефа возможно близкое залегание грунтовых вод.

Водный режим пойменных земель (временно затапливаемой части речной долины) самый сложный и формируется за счет атмосферных осадков, паводковых вод, грунтовых и грунтово-напорных вод, поступающих с водосбора, фильтрационных вод из рек и водохранилищ.

Грунтовые и грунтово-напорные воды могут образовываться на всех элементах рельефа местности. Однако для этого

необходимы определенные гидрогеологические условия и определенный рельеф местности.

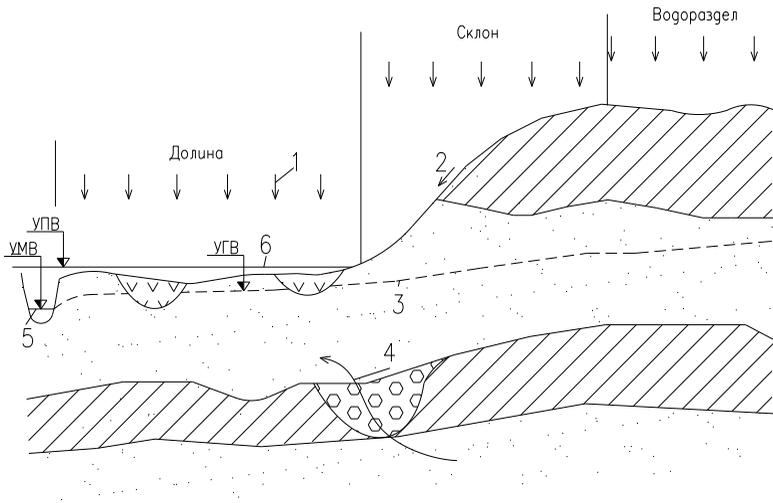


Рис. 1. Формирование водного режима по рельефу местности

1 - осадки; 2 - поверхностные воды со склона; 3 - уровень грунтовых вод (УГВ); 4 - направление притока напорных вод; 5 - уровень меженных вод (УМВ); 6 - уровень паводковых вод (УПВ)

При всем разнообразии факторов участвующих в формировании водного режима территорий, всегда существует один основной, который определяет осушительные мероприятия. Известны основные типы и подтипы водного питания: атмосферный тип; грунтовый тип с подтипами: приток вод с водосбора, замкнутый бассейн, приток фильтрационных вод из рек и водохранилищ; грунтово-напорный тип с подтипами: с выходом грунтовых вод на поверхность, капиллярным подпитыванием; намывной тип с подтипами: аллювиальный, делювиальный; тип смешанного питания.

Каждый из перечисленных типов и подтипов водного питания обладает комплексом природных факторов, присущих только ему.

1.2. Типы водного питания

1. Атмосферный тип

Участки этого типа водного питания расположены преимущественно, на водоразделах и в верхних частях склонов (рис. 2).

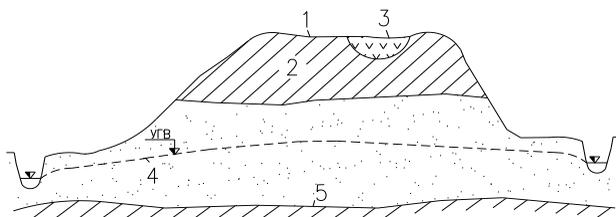


Рис. 2. Атмосферный тип водного питания

1 - подтапливаемая территория; 2 – слабо проницаемые грунты; 3 – верховое болото; 4 - уровень грунтовых вод; 5 - водоупор

Участки сложены слабо водопроницаемыми грунтами, глинами и суглинками. Близкое залегание к дневной поверхности слабоводопроницаемых пород или же водонепроницаемых линз благоприятствует образованию верховодки. Обводненная территория примерно равна водосборной площади. Грунтовые воды не оказывают влияние на подтопление, так как расположены глубоко от поверхности земли (5...20 м). Рельеф ровный, малоуклонный или без-

уклонный. Имеют место микропонижения. Атмосферные осадки - главный источник водного питания.

Малые уклоны поверхности земли и слабая водопроницаемость грунтов, а также наличие в них линз хорошо водопроницаемых грунтов способствуют образованию вод типа верховодки. В формировании вод типа верховодки принимают участие воды от снеготаяния и атмосферных осадков. Верховодка часто вызывает подтопление сельских населенных пунктов и дачных участков. Причем воды типа верховодки поднимаются так высоко к поверхности земли, что затапливают подвалы зданий и другие подземные сооружения.

2. Грунтовый тип

На рис. 3 представлен грунтовый тип водного питания.

а) Подтип - приток грунтовых вод с водосбора. Подтопляемые территории расположены в пониженных элементах рельефа: в поймах рек, нижних частях склонов и в притеррасных частях долин. Характерной особенностью в этом случае является то, что грунтовые воды расположены близко к дневной поверхности земли и поступают со стороны внешнего водосбора. Грунты, расположенные с поверхности, хорошо водопроницаемые – пески, супеси. Подтопляемая территория в несколько раз меньше водосборной площади. Могут образовываться низинные болота.

б) Подтип - замкнутый бассейн. Особенности этого подтипа в том, что хорошо водопроницаемые грунты (пески, супеси) подстилаются слабопроницаемыми грунтами (глинами, суглинками). Площади этого подтипа могут быть как небольшие (сотни гектаров), так и значительно большие – тысячи гектаров. Атмосферные осадки, выпадающие на территорию замкнутого бассейна, из-за их превышения над суммарным испарением, а также слабого подземного оттока, накапливаются в хорошо водопроницаемом

слое грунта. Это вызывает близкое к поверхности земли расположение грунтовых вод. Подтапливаемые и водосборные площади примерно равны, рельеф территории выровненный, плоский с микроронжениями. В основном образуются низинные болота.

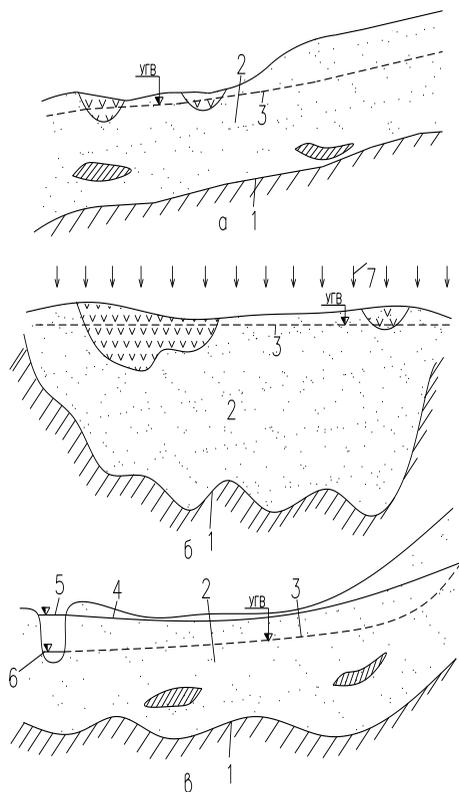


Рис. 3. Грунтовый тип водного питания

а - приток грунтовых вод с водосбора; *б* - замкнутый бассейн; *в* - приток фильтрационных вод из рек и водохранилищ; 1 - водоупор; 2 - водоносный слой; 3 - уровень грунтовых вод; 4 - уровень грунтовых вод после подпора; 5 - уро-

вень воды в реке после подпора; 6 - уровень воды в реке до подпора; 7 –осадки

в) Подтип - приток фильтрационных вод из рек и водохранилищ. Повышение уровня воды в реках и водохранилищах способствует инфильтрации ее на прилегающие территории и перетоку в грунтовые воды. Это приводит к подпору и подъему уровня грунтовых вод. Время подъема грунтовых вод на предельный уровень зависит от фильтрационных свойств грунтов, залегающих в зоне влияния реки или водохранилища. Чем выше коэффициент фильтрации грунтов, тем меньше период подъема грунтовых вод на не допустимый уровень. И наоборот, чем ниже коэффициент фильтрации грунтов, тем больше период подъема грунтовых вод.

3. Грунтово-напорный тип

а) Подтип - капиллярное заболачивание. Подтапливаемые участки располагаются в нижних частях склонов, в долинах и поймах рек (рис. 4 а).

Сверху залегают слабоводопроницаемые грунты, глубже водоносный слой, подстилаемый водоупором. Таким образом, между двумя слабоводопроницаемыми слоями грунта расположен водоносный слой. Разность геодезических высот мест образования грунтового потока и его разгрузки создают условия напорности грунтовых вод. Имеет место пьезометрический уровень напорных вод, который может быть расположен даже выше дневной поверхности земли. Если верхний слабопроницаемый слой грунта не имеет размылов и влага насыщает его под давлением, то это подтип капиллярного заболачивания.

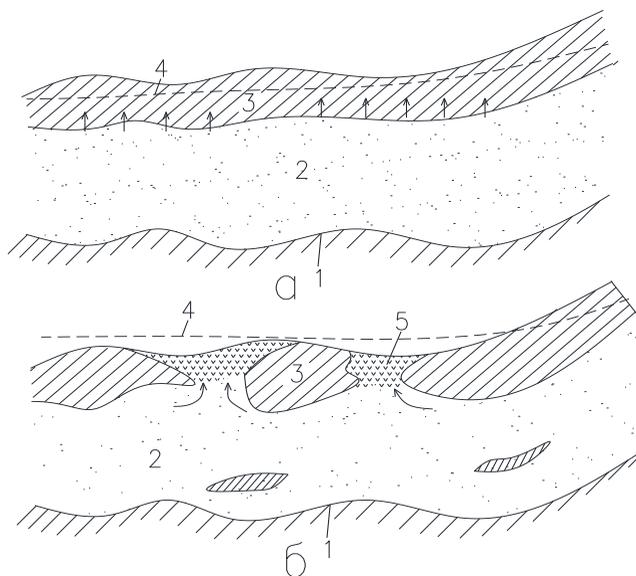


Рис. 4. Грунтово-напорный тип водного питания

а) капиллярное заболачивание б) выклинивание напорных вод; 1 – водоупор; 2 - водоносный слой; 3 – слабопроницаемый слой грунта; 4 -пьезометрический уровень; 5 - окна размыва

б) Подтип - выклинивание напорных вод (рис. 4б). В этом случае имеют место размывы верхнего слабопроницаемого слоя грунта, которые заполнены обломочными породами или торфом, а вода по ним выходит на поверхность.

4. Намывной тип

а) Аллювиальный подтип – рис. 5а. Участки расположены в поймах рек и озер подвержены периодическому затоплению и подтоплению. Это связано с сезонными колебаниями уровня воды в реках и озерах. Характерным является

отставание колебаний уровня грунтовых вод от колебаний уровня воды в реке. Рельеф ровный.

б) Делювиальный подтип рис. 5б. Участки расположены у подножья склонов. Грунты слабоводопроницаемые, поэтому осадки, выпадающие на водосборе, не могут просочиться вглубь, в результате чего образуется делювиальный склоновый поток. У подножья склона образуются конуса выноса. Склоновые воды, ввиду малых уклонов поверхности земли, застаиваются в нижних частях склона, тем самым, вызывая подтопление и даже заболачивание земель.

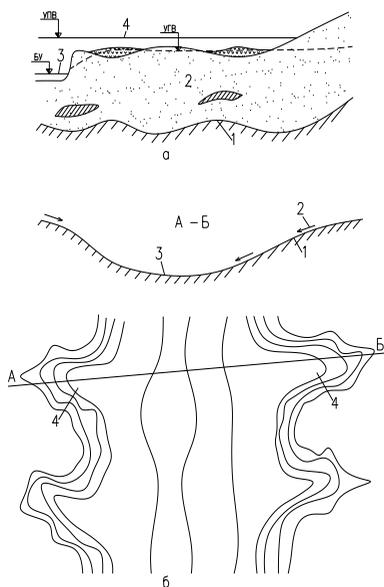


Рис. 5. Намывной тип водного питания

а) аллювиальный подтип: 1 - водоупор; 2 - хорошо водопроницаемые грунты (аллювиальные отложения); 3 - бытовой уровень; 4 - уровень весеннего паводка; б) делювиальный подтип: 1 – слабоводопроницаемые грунты; 2 -склоновые воды; 3 - подтапливаемые территории

Анализ природных условий показывает, что при атмосферном типе водного питания подтопление образуется в основном за счет атмосферных осадков. Избыток влаги, вызывающий подтопление при грунтовом питании, возникает за счет высокого стояния грунтовых вод, притекающих со стороны внешнего водосбора, фильтрующихся из рек и водохранилищ или накапливающихся за счет атмосферных осадков.

При грунтово-напорном питании подтопление может образоваться за счет напорных грунтовых вод.

Подтопление при намывном питании происходит за счет паводковых вод (аллювиальный подтип), или притока поверхностных вод со стороны внешнего водосбора (делювиальный подтип).

Определив тип водного питания, то есть естественную причину подтопления, назначают требуемый метод осушения, который является принципом воздействия на факторы обводнения территории.

1.3. Подтопление территорий, вызванное искусственными причинами

Кроме естественных факторов, вызывающих подтопление сельских населенных пунктов и дачных участков, существуют искусственные причины подтопления, создаваемые хозяйственной деятельностью человека.

Искусственное (техногенное) подтопление возможно даже на территории с благоприятными естественными условиями, например, на участках, расположенных на водоразделах и сложенных суглинистыми и глинистыми грунтами.

Существуют следующие причины, вызывающие искусственное подтопление территорий.

1) Ухудшение условий стока талых и ливневых вод и накопление их в различных котлованах и траншеях при строительстве.

2) Нарушение нормальной работы водонесущих коммуникаций при их эксплуатации: утечки воды из трубопроводов, емкостей, из цехов, использующих воду в технологических процессах и т.д.

3) Увеличение фильтрации из рек и водохранилищ за счет строительства водоподпорных гидротехнических сооружений при устройстве прудов и водохранилищ.

При застройке территорий сельских населенных пунктов и дачных участков существенным изменениям подвергается рельеф. Происходит снятие растительного грунта при разработке котлованов и траншей, сооружении дорог, устройстве насыпей и отвалов.

Поэтому большое значение имеет организация поверхностного стока на площади предполагаемого строительства и ограждение ее от притока поверхностных вод с прилегающих территорий. Здания и подземные сооружения большой протяженности желательно располагать вдоль склона, чтобы не создавать подпирającego действия потоку поверхностных и грунтовых вод. Отсутствие растительного слоя почвы, водовыпусков и водоотводных канав, неправильное расположение зданий и сооружений относительно уклона местности, создает условия для скопления и застаивания талых и ливневых вод, что увеличивает инфильтрационное питание и вызывает подъем уровня грунтовых вод. Все это приводит к подтоплению территорий.

Нарушение нормальной работы водонесущих коммуникаций при их эксплуатации, также создает условия для подтопления территорий. Источниками подтопления являются: эксплуатационные и аварийные утечки воды из водопроводных, канализационных, теплофикационных сетей и сооружений, из емкостей и цехов, использующих воду в тех-

нологических процессах, неправильная организация планировки поверхности земли, плохая работа или засорение водосточной сети и водовыпусков через автомобильные дороги.

Утечки воды из водопроводной сети и сооружений являются наиболее значительными источниками искусственного переувлажнения и подтопления территорий. Большое количество воды попадает в грунт при авариях водопроводной сети. Случаются утечки из бетонных емкостей, в результате отсутствия или плохо выполненной гидроизоляции в их стенках и днище. Повреждения водоразборных колонок способствуют растеканию воды на поверхности земли и просачиванию ее в грунт. Поломка и выход из строя водопроводной арматуры, расположенной в смотровых колодцах без гидроизоляции, создают условия для переувлажнения грунтов.

Канализационная сеть, работающая в безнапорном режиме, может дренировать грунтовые воды, и пополнять их, обводняя территорию. Дренажное происходит в том случае, если канализационная сеть расположена ниже уровня грунтовых вод. При расположении ее выше уровня грунтовых вод может происходить переток части канализационных вод в грунт, что создает условия для подтопления. Засорение канализации приводит к подпору канализационных вод, при этом возможен перелив вод через смотровые колодцы, а также затопление подвальных помещений зданий.

Цеха, использующие большое количество воды в технологических процессах и производящие сброс отработанных вод в поглощающие колодцы и ямы, также являются источниками обводнения грунтов.

Отсутствие или засорение водовыпусков через автомобильные дороги приводит к накоплению талых и ливневых вод. Этот процесс усиливается в пониженных элементах рельефа местности. Скопившаяся вода просачивается в грунт

и пополняет грунтовые воды, которые, поднимаясь, подтапливают прилегающие территории.

Бесконтрольный полив сельскохозяйственных культур на приусадебных и дачных участках приводит к инфильтрации воды в грунтовые воды, что служит дополнительным источником обводнения территории.

Создание подпорных гидротехнических сооружений при устройстве прудов и водохранилищ на реках вызывает подъем уровня грунтовых вод на сопредельной территории.

От перечисленных естественных и искусственных факторов переувлажнения территорий зависит метод и способ их осушения.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте мелиоративную характеристику основных природно-климатических зон РФ и особенности осушительных мелиораций в различных зонах.
2. Назовите виды земель, требующих осушения.
3. Какие земли относятся к поселениям?
4. Какие земли называются избыточно – увлажненными?
5. Назовите факторы, влияющие на водный режим осушаемого объекта.
6. Что такое типы водного питания?
7. Сколько подтипов у грунтового типа водного питания? Назовите их.
8. Назовите причины, вызывающие подтопление.
9. Перечислите естественные причины подтопления.
10. Каким элементам рельефа свойственно делювиальному питанию?
11. Назовите признаки атмосферного питания.
12. Каким элементам рельефа свойственно грунтово-напорному питанию?
13. При каком типе водного питания формируются конуса выноса у подножья склонов?

14. Дайте определение, что такое водный баланс избыточно увлажненных земель.
15. В чем отличие грунтово-напорного типа водного питания (подтип окна размыва) от того же типа (капиллярного подтипа)?
16. Назовите составляющие водного баланса при атмосферном типе водного баланса.

2. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ

Метод защиты территории от подтопления – это принцип воздействия на факторы, вызывающие это явление. Он зависит от типа водного питания при естественных причинах подтопления и от факторов, вызывающих искусственное (техногенное) подтопление.

Существуют следующие методы защиты сельских населенных пунктов и дачных участков от подтопления:

- ускорение поверхностного стока;
- понижение уровня подземных вод;
- ограждение или регулирование притока грунтовых и грунтово-напорных вод с водосбора;
- ограждение от притока склоновых вод с водосбора;
- защита территорий от затопления и подтопления водами рек, озер, водохранилищ;
- гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений;
- устранение утечек из водопроводных и канализационных сетей.

2.1. Организация и ускорение поверхностного стока

Поверхностный сток может образовываться на всех элементах рельефа местности, при всех типах водного питания. Однако, при наличии сверху слабоводопроницаемых грунтов (глина, суглинки) инфильтрационные сбросы воды в грунт значительно меньше, чем при хорошо водопроницаемых грунтах (пески, супеси). Поэтому, объем поверхностного стока при атмосферном и делювиальном питании значительно больше, чем при грунтовом типе водного питания. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании водосборно-водосточной сети.

Для улучшения санитарно-экологической обстановки-

благоустройства сельских населенных пунктов и дачных участков необходима организация поверхностного стока. Это снижает величину впитывания воды в грунт и уменьшает вероятность повышения уровня подземных вод. Формирование поверхностного стока происходит как за счет атмосферных осадков, выпадающих на данной территории, так и за счет вод, притекающих с прилегающих водосборов. Мероприятия по организации и ускорению поверхностного стока включают в себя: ограждение территории от притока поверхностных вод извне, планировку поверхности с заданными уклонами, ликвидацию замкнутых понижений, устройство сети ливнестоков.

Перехват поверхностных вод, притекающих с прилегающих водосборов, осуществляется с помощью нагорных каналов, которые располагают по границе осушаемой площади и прилегающего водосбора, по верхней части склона.

Организация и ускорение поверхностного стока достигается вертикальной планировкой поверхностей улиц, проездов и других незастроенных территорий. При этом следует максимально сохранять почвенный покров внутри кварталов и обеспечивать минимум земляных работ. При наличии или образовании замкнутых понижений их соединяют с водоотводящей сетью с помощью специальных поглочительных колодцев. Котлованы под фундаменты и траншеи для прокладки коммуникаций не следует отрывать заранее, чтобы не допустить затопления их поверхностными водами.

Ливневые воды после обильных осадков и талые воды во время весеннего снеготаяния отводятся с помощью водосточной сети открытого, закрытого или комбинированного типа.

Открытая водосточная сеть может применяться в небольших сельских населенных пунктах и при застройке дачных комплексов. Она также применяется вдоль дорож-

ного полотна, где для отвода поверхностных вод устраивают кюветы.

Закрытая водосточная сеть применяется в крупных сельских населенных пунктах с плотной многоэтажной застройкой и твердым покрытием улиц и тротуаров.

Кроме того, при осушении сельских населенных пунктов и дачных участков можно использовать совместно как открытую, так и закрытую, то есть комбинированную водосточную сеть.

2.2. Понижение уровня подземных вод

Повышение уровня подземных вод ведет к изменению физико-механических и фильтрационных свойств грунтов. Под воздействием подземных вод грунты разуплотняются вследствие гидростатического и гидродинамического их взвешивания. При этом общая пористость грунтов увеличивается, а плотность уменьшается. Подъем уровня подземных вод часто приводит к уменьшению несущей способности грунтов, что влечет за собой просадки основания фундаментов и деформации сооружений. Высокое стояние грунтовых вод ведет к затоплению подземных сооружений: подвалов, галерей с трубопроводами, тоннелей и т.д.

При грунтовом типе водного питания, когда имеет место близкое к поверхности земли залегание грунтовых вод, основным методом осушения является понижение уровня грунтовых вод. Для грунтово-напорного типа водного питания основным методом осушения является понижение пьезометрического уровня напорных вод. Приток грунтовых и грунтово-напорных вод с прилегающего водосбора перехватывается ловчими каналами, а также головными дренами различных конструкций. Понижение уровня подземных вод проводят в соответствии с требованиями нормативных документов для условий сельских населенных пунктов.

2.3. Защита территорий от затопления и подтопления

Затоплению подвергаются пойменные земли, то есть территории непосредственно расположенные у русла реки. Разлив рек может вызываться естественными причинами, например, весенним снеготаянием. К искусственным причинам следует отнести создание на реках крупных водохранилищ. При этом большие площади пойменных земель затапливаются, образуя мелководные зоны, или подтапливаются.

Такие территории относятся к территориям с аллювиальным типом водного питания.

Основным методом защиты территорий от затопления является устройство дамб обвалования, которые препятствуют поступлению вод рек и водохранилищ на защищаемую территорию. Оградительные дамбы прокладывают по внешним границам территории предполагаемого затопления. Расположение дамб в плане может иметь различную конфигурацию, зависящую от рельефа поверхности земли, а также от наличия на защищаемой площади гидрографической сети.

Воды, притекающие с водосбора, должны быть перехвачены на внешней границе обвалованной территории при помощи нагорных, ловчих или нагорно-ловчих каналов и отведены с осушаемой территории в водоприемник. Атмосферные осадки, выпадающие на обвалованную территорию, отводятся с помощью водосточной сети, при этом не допускается скопление воды в замкнутых понижениях рельефа. Эти мероприятия резко снижают инфильтрацию воды в грунт, и, таким образом, предотвращают подъем грунтовых вод и выход их на поверхность.

Ликвидация замкнутых микропонижений достигается планировкой поверхности обвалованной территории, которой может быть задан определенный уклон.

Ограждение от затопления территорий дамбами обвалования не спасает их от подтопления. Из водохранилищ че-

рез дамбы обвалования и под дамбами происходит фильтрация воды на обвалованную территорию. Для перехвата фильтрационных вод применяется береговой дренаж. Для понижения грунтовых вод на обвалованных землях, в случае необходимости, предусматривают строительство дренажных систем. Осушительная сеть на обвалованной территории может быть открытой или закрытой.

Поверхностные и фильтрационные воды с обвалованной территории самотеком отводятся в специально устраиваемый регулирующий резервуар, из которого с помощью насосной станции перекачиваются в водоприемник.

2.4. Искусственное повышение поверхности земли

Искусственное повышение поверхности земли применяют для освоения под застройку затопленных, временно затапливаемых и подтопленных территорий. Применяют два способа искусственного повышения территорий - подсыпкой или намывом грунта. Способ подсыпки грунта предусматривает использование для разработки, транспорта и укладки грунта соответствующих машин и механизмов. Этот способ может применяться для любых условий и размеров сооружений, в качестве подсыпного материала возможно использование любого грунта.

Способ намыва грунта (гидромеханизации) предусматривает разработку, транспортировку и укладку грунта с помощью воды, которая на месте разработки превращает грунт в гидросмесь (пульпу). На месте укладки частицы грунта оседают на дно, а осветленная вода сбрасывается в водоприемник.

Отметки повышенной поверхности земли назначают в зависимости от положения максимальных горизонтов воды в водохранилище или реке и от глубины заложения подземных сооружений и коммуникаций.

Следует иметь в виду, что при подсыпке или намыве грунта необходимо сохранить или создать условия естественного дренирования подземных вод, чтобы исключить возможность их подпора.

При защите подвальных помещений от подтопления подземными водами, проводят также поднятие полов в подвалах. Этот способ применим при малой величине подъема уровня подземных вод над полами подвала. Суть его заключается в том, что на пол подтапливаемого подвала насыпается слой хорошо фильтрующего материала (песок, гравий, щебень), после чего сверху настилаются полы. Отметки поверхности насыпного материала, должны быть на уровне или выше отметок максимально возможного уровня подземных вод.

2.5. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений

Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений применяется как средство защиты от воздействия подземных вод. Используются следующие виды гидроизоляции: засыпная, литая, оклеечная и штукатурная.

Засыпная гидроизоляция подземных сооружений эффективна в зоне капиллярного увлажнения грунтов, а также при небольшом гидростатическом напоре грунтовых вод над защищаемой поверхностью. При защите значительно заглубленных сооружений от высоконапорных подземных вод применяется литая гидроизоляция. Оклеечная гидроизоляция используется в основном для защиты подземных сооружений от капиллярной влаги. Для защиты подземных сооружений от просачивания через них подземных вод применяется штукатурная гидроизоляция.

Гидроизоляция бывает двух типов: внутренняя и наружная. На выбор типа гидроизоляции оказывают влия-

ние величины действующего или прогнозируемого гидростатического напора грунтовых вод и их химический состав. Если подземные сооружения расположены в зоне небольшого гидростатического напора, то применяется только наружная гидроизоляция. При расположении подземных частей зданий и сооружений в зоне капиллярного увлажнения грунтов может устраиваться как наружная, так и внутренняя гидроизоляция.

2.6. Устранение утечек из водопроводных и канализационных сетей

Эксплуатация водопроводных и канализационных сетей и сооружений должна проводиться в соответствии с техническими требованиями, что имеет большое значение для предотвращения подтопления сельских населенных пунктов и дачных участков. Техническая эксплуатация сетей и сооружений включает в себя: обследовательно-профилактические мероприятия и ремонтные работы.

К обследовательно-профилактическим мероприятиям относятся: систематический обход и осмотр трассы водопроводных и канализационных линий, осмотр водопроводных и канализационных колодцев, смонтированных в них узлов водопроводной и канализационной арматуры с целью обнаружения дефектов и утечек, подготовка и осуществление зимней эксплуатации водопроводных и канализационных сетей.

Ремонтные работы водопроводной и канализационной сети могут быть плановыми, текущими и аварийными. Плановый ремонт проводят в сроки, определяемые состоянием отдельных элементов сети и их износостойкостью. Текущий ремонт проводят в процессе эксплуатации сети, с целью устранения выявленных повреждений. Аварийный ремонт проводят в экстренных случаях для устранения последствий аварий на сети.

2.7. Регулирование рек-водоприемников

Методы регулирования рек зависят от причин, вызывающих их неудовлетворительное состояние, которые подразделяются на естественные и искусственные.

Естественные причины: малые размеры поперечного сечения русла, высокая шероховатость русла, большая извилистость, заносы дна русла и обвалы берегов. Искусственные причины: наличие плотин, шлюзов и др.

Неудовлетворительное состояние рек-водоприемников вызывает снижение пропускной способности и скоростей течения, что приводит к высокому стоянию уровня воды в таких реках и подъему уровня грунтовых вод на прилегающих землях.

Понижая уровень воды в реке, можно понизить и уровни грунтовых вод на прибрежной территории. Для этого уменьшают шероховатость русла, увеличивают размеры поперечного сечения русла, увеличивают уклон реки, придают руслу плавно изменяющееся и устойчивое поперечное и продольное сечение, регулируют сток водохранилищами, устраняют подпоры от сооружений.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое метод и способ осушения?
2. Какие существуют методы защиты земель поселений от подтопления?
3. Что такое затопление земель?
4. Какие факторы вызывают поверхностный сток воды?
5. Какие каналы перехватывают поверхностный сток воды?
6. При каком типе водного питания нужно понижать грунтовые воды?

7. Какие обязательные элементы следует использовать в осушительной системе при затоплении земель поселений
8. Зачем делают искусственное повышение поверхности земли при строительстве коттеджа?
9. Зачем делают гидроизоляцию подземных частей зданий и сооружений?
10. Назовите основные методы регулирования рек-водоприемников.

3. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В состав осушительной системы входят комплекс инженерных сооружений и устройств, позволяющих удалять избытки воды с подтапливаемых территорий. Данный комплекс, включает в себя: осушительную сеть, водоприемник, гидротехнические и природоохранные сооружения. Осушительная сеть состоит из регулирующей, проводящей и ограждающей сети. Регулирующая сеть служит для сбора и удаления с подтапливаемой территории ливневых и талых вод и понижения уровня подземных вод. Она может быть открытой или закрытой.

Открытую сеть используют при всех типах водного питания. Она представляет собой открытые каналы или лотки, поперечное сечение которых назначают, как правило, в виде равнобедренной трапеции. Однако, поперечное сечение может приниматься параболическим или с изменяющимся коэффициентом заложения откоса. Осушающее действие открытой осушительной сети при осушении приусадебных и дачных участков может быть усилено нарезкой поперечных борозд.

Закрытая регулирующая сеть применяется также при всех типах водного питания, и представляет собой подземные дренажи, которые могут быть горизонтальными, вертикальными или комбинированными.

Глубина открытой и закрытой регулирующей сети зависит от нормы осушения, которая, в соответствие с нормативными документами, составляет для сельских населенных пунктов 2 м, а для дачных участков 1...1,5 м. Однако, в каждом конкретном случае необходимо учитывать наличие и глубину расположения подвальных помещений, а также

глубину закладки фундаментов. При этом необходимо иметь в виду, что глубина залегания грунтовых вод должна быть, не менее чем на 0,5 м ниже подошвы фундаментов зданий и подземных сооружений.

Проводящая сеть необходима для приема воды из регулирующей и ограждающей сети и отвода ее в водоприемник. Она состоит из открытой сети (магистральные каналы, транспортирующие собиратели), и закрытой сети (коллекторы). Закрытую проводящую сеть (коллекторы) применяют при осушении территории подземными дренажами. Проводящая сеть должна быть экономически эффективной и отвечать требованиям эксплуатационной надежности.

Ограждающая сеть служит для защиты осушаемой территории от поступления поверхностных и подземных вод с прилегающего к ней внешнего водосбора. От притока поверхностных вод осушаемая площадь ограждается с помощью нагорных каналов. Для перехвата притока подземных вод и понижения их уровня применяются ловчие каналы или ряд самоизливающихся трубчатых колодцев.

3.1. Конструкции открытой осушительной сети

Открытые каналы представляют собой простейший тип *горизонтального дренажа*. Они могут применяться в условиях одноэтажной застройки сельских населенных пунктов и дачных участков, при небольшой глубине заложения фундаментов и при отсутствии подвалов. К достоинствам этого способа осушения относится: простота устройства и эксплуатации каналов, небольшая стоимость строительства в сравнении с закрытым дренажем, доступность проведения ремонтных работ. К недостаткам можно отнести следующие: потеря полезной площади, необходимость устройства трубчатых переездов, ежегодные затраты на очистку.

Глубину открытой регулирующей сети (открытые осушители) принимают, как правило, не более 1,5 м, а проводящей и ограждающей 2,0...2,5 м. Ширина по дну открытых осушителей составляет 0,2...0,6 м, проводящей сети 0,4...0,6 м (транспортные собиратели), 0,8 м и более (магистральные каналы). Для нагорных и ловчих каналов ширина по дну равна 0,4...0,6 м. Заложение откосов каналов зависит от их глубины и свойств, вскрываемых грунтов. В табл. 1 приведены значения коэффициентов заложения откосов.

Таблица 1

Коэффициенты заложения откосов каналов

Грунт	Глубина канала, м		
	<1,5	1,5...2,0	>2
Глина, суглинок средний и тяжелый	1,0	1,5	2,0
Суглинок легкий, супесь, песок крупно- и среднезернистый	1,5	2,0	2,5
Песок мелкозернистый	2,0	2,0	2,5
Торф со степенью разложения, %			
<50	1,0	1,5	2,0
50...70	2,0	2,0	2,5
0	2,0	2,0	2,5
>70			

Диапазон уклонов магистрального канала, без крепления дна и откосов, составляет 0,002 – 0,0003, а транспортирующих собирателей, нагорных и ловчих каналов 0,002 – 0,0005. Если уклон дна канала превышает 0,002, то во избежание его размыва и обрушения, дно и откосы обычно укрепляют. Для крепления каналов используют: одиночное мощение бутовым камнем, георешетки, бетонные и железобетонные конструкции.

бетонные плиты на песчано-гравийной подготовке, деревянные конструкции, дерн и посев трав.

На рис. 6 показаны конструкции крепления каналов. Если, площадь водосбора менее 500 га, то параметры каналов принимаются конструктивно, если более 500 га, то параметры определяются гидравлическим расчетом.

Проводящая сеть иногда выполняется из лотков, однако глубина их, в сравнении с каналами, может быть увеличена

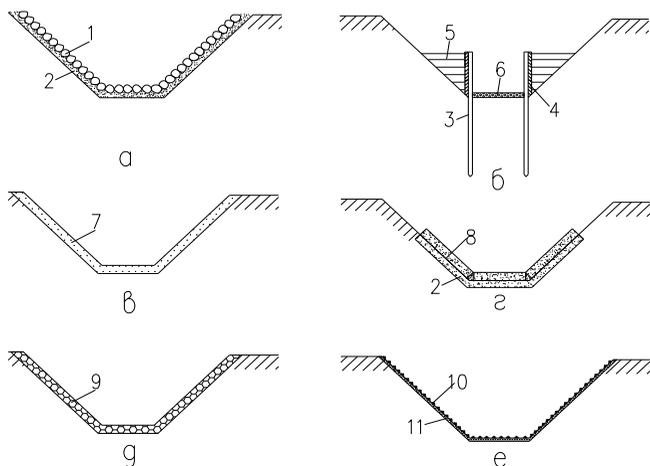


Рис. 6. Крепления открытых каналов

a – мощение (бутовый камень); *б* - деревянное; *в* – одерновка: новка: *г* - бетонные плиты; *д* – георешетка; *е* – посев трав.

1- камень; 2 – песчаная подготовка; 3 - колья деревянные; 4 - доски; 5 – засыпка глинистым грунтом; 6 – гранитный щебень; 7 – дерн; 8 – бетонные плиты; 9 – георешетка; 10 – посев трав; 11 – растительный грунт (подготовка)

до 3 м. Параметры лотков назначаются конструктивно, исходя из гидрологических условий. Лотки, как правило, изготавливают из железобетона или кирпича, реже из дерева.

Лотковая сеть повышает коэффициент земельного использования, уменьшает объемы земляных работ, в сравнении с открытыми каналами. При этом лотковая сеть имеет более высокую стоимость и более сложную технологию производства работ. В практике применяют рамные конструкции из сборного железобетона (рис. 7), могут применяться деревянные лотки свайного и рамного типов. Небольшие по габаритам лотки изготавливаются цельным звеном, т.е. лоток и опорная рама являются единой конструкцией. Наибольшее распространение получили лотки параболического и циркульного сечения, параметры которых приведены в табл. 2.

Для укладки лотков предварительно готовят трассу в выемке с уклоном и параметрами, соответствующими данному лотку.

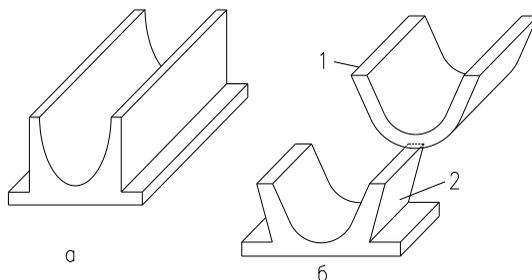


Рис. 7. Железобетонные лотки

a - лоток из монолитного железобетона; *б* - лоток из сборного железобетона: 1 - лоток; 2 - рамная опора

3.2. Конструкции закрытой осушительной сети

По своему целевому назначению закрытые дренажи

Длина, м	Глубина лотка, см	Масса, т	
		Раструбных	Безраструбных
8	60	1,67	-
8	80	2,35	-

подразделяются на: промышленные и городские, сельскохозяйственные, строительные, противооползневые, горные, дорожные, аэродромные и др.

Таблица 2

Параметры лотков из сборного железобетона

По конструктивным особенностям выделяют следующие типы дренажей, применяемых в условиях населенных пунктов и дачных участков: горизонтальный, вертикальный, комбинированный.

Горизонтальные дренажи по конструкции подразделяются на несколько типов. Рассмотрим их несколько подробнее.

8	120	4,80	-
8	140	6,23	-
6	40	0,98	0,95
6	60	1,30	1,25
6	80	1,83	1,76
6	100	3,00	2,67

Закрытые дрены со сплошным заполнением (безполостные) (рис. 8) - это траншеи, заполненные хорошо фильтрующим материалом: фашинами, хворостом, каменной наброской, песчано-гравийной смесью. Недостатком этого типа дренажа является его быстрое заилиение и в связи с этим – быстрый выход из строя.

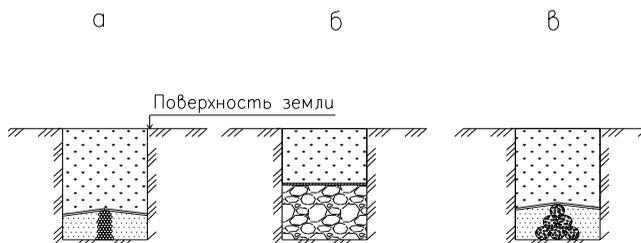


Рис. 8. Разновидности закрытого дренажа со сплошным заполнением:

а - фашинный; *б* - каменный; *в* - хворостяной

Трубчатые дрены, в отличие от безполостных дрен, имеют трубы, уложенные на дно траншеи в хорошо фильтрующий материал. В настоящее время в трубчатых дренажах наибольшее распространение получили пластмассовые, асбестоцементные, керамические, бетонные и железобетонные трубы. Могут применяться трубофильтры, представля-

ющие собой трубы с пористыми стенками. При осушении участков со зданиями и сооружениями, имеющими подвалы, используются асбоцементные безнапорные трубы (ГОСТ 1839-48), а в условиях агрессивных подземных вод применяются керамические канализационные трубы (ГОСТ 286—64), рис. 9.

Дренажные трубы, должны иметь отверстия для приема грунтовых вод, которые могут быть выполнены в виде пропилов или отверстий круглого сечения. Ширина щели пропила асбоцементных труб составляет 3...5 мм, а круглое отверстие имеет диаметр 10...15 мм. В керамических трубах для приема воды используют зазоры в раструбной части.

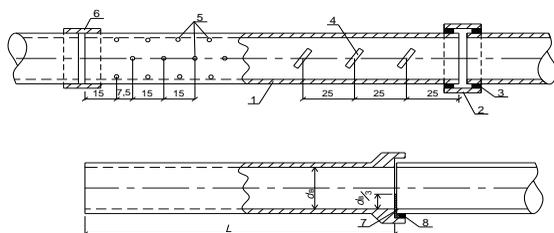


Рис. 9. Асбоцементные и керамические дренажные трубы

а) асбоцементные; б) керамические: 1 - труба; 2 - муфта; 3 - цементный раствор; 4 - щели в шахматном порядке; 5 - круглые отверстия 6 - муфта из цементно-песчаного раствора;; 7 - пакля просмоленная; 8 – гидроизоляция

Для осушения приусадебных и дачных участков, используемых под выращивание сельскохозяйственных культур, можно применять пластмассовые трубы из полиэтилена и поливинилхлорида рис. 10.

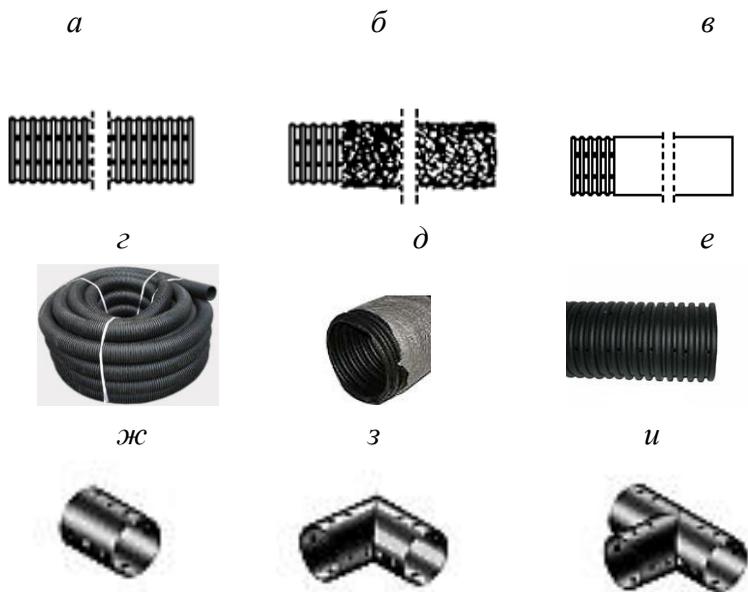


Рис. 10. Разновидности пластмассовых дренажных труб

а, б, в - с щелевой перфорацией; *а* - без фильтрующей обмотки; *б* - с обмоткой из кокосового волокна; *г* - с обмоткой из геотекстиля; *г, д, е* - перфорация с круглыми отверстиями; *г* - дренажная труба в бухте; *д* - с обмоткой из геотекстиля;

е - без фильтрующей обмотки; *ж* - соединительная муфта; *з* - отвод; *и* - тройник

Железобетонные галереи применяют только в условиях неагрессивных подземных вод. Однако трудоемкость выполнения водоприемных отверстий сдерживает их широкое применение. Галереи из железобетона диаметром более 0,5 м изготавливают по индивидуальным проектам, и используют, как правило, в качестве коллекторной сети или одиночных дренажей. Основные формы поперечного сечения галерей из железобетона приведены на рис. 11.

В зависимости от формы поперечного сечения бетонные трубы (*a*) имеют размеры от 0,2...0,3 м в диаметре. Галереи круглого сечения имеют диаметр 0,5 м (*б*), и высоту 1,2...1,8 м овоедального и прямоугольного сечения (*в,г*). Для приема воды в стенках бетонных и железобетонных труб и галерей устраивают щелевые или круглые отверстия. В галереях отверстия делают только в нижней части.

В зависимости от формы поперечного сечения бетонные трубы (*a*) имеют размеры от 0,2...0,3 м в диаметре. Галереи круглого сечения имеют диаметр 0,5 м (*б*), и высоту 1,2...1,8 м овоедального и прямоугольного сечения (*в,г*). Для приема воды в стенках бетонных и железобетонных труб и галерей устраивают щелевые или круглые отверстия. В галереях отверстия делают только в нижней части.

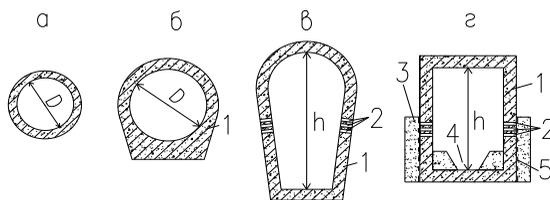


Рис. 11. Формы поперечного сечения дренажных труб и галерей из бетона и железобетона

a - круглая; *б* - круглая с плоским основанием; *в* - овоидальная с плоским основанием; *г* - прямоугольная; 1 - галерея; 2 - водоприемные отверстия; 3 - фильтрующая обсыпка; 4 - водопроводный лоток; 5 - геотекстиль

Дренажные трубы, используемые для осушения приусадебных и дачных участков, укладывают в траншеи, рис. 12. При этом если коэффициент фильтрации грунтов

превышает 0,3 м/сут, то траншеи засыпают вынутым грунтом, а если он менее 0,3 м/сут, то траншеи засыпают хорошо фильтрующим материалом (песок, гравий и т.п.) до пахотного слоя, а грунт из траншей разравнивают или вывозят за пределы участка. Во избежание заиливания дренажных труб, их оборачивают стеклохолстом, стеклотканью или устраивают вокруг них фильтрующую обсыпку.

При строительстве дренажа на просадочных грунтах (торф, лесс) трубы укладывают на деревянные стеллажи, или на сваи, чтобы не допустить смещения труб относительно друг друга.

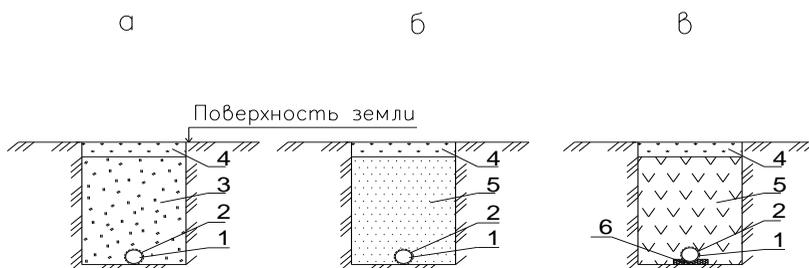


Рис. 12. Трубчатый дренаж для осушения приусадебных и дачных участков

а - засыпка траншей вынутым грунтом; *б* - засыпка траншей хорошо фильтрующим грунтом, *в* - укладка труб на стеллажи: 1 - дренажная труба; 2 - геотекстиль; 3 - обратная засыпка вынутым грунтом; 4 – растительный грунт (почва); 5 - засыпка хорошо фильтрующим материалом; 6 - стеллаж

Все дренажные трубы, используемые для осушения территорий, укладываются на песчано-гравийную подготовку, являющуюся составной частью фильтра. Фильтры

дренажных труб выполняют в виде рыхлых обсыпок. Дренажную обсыпку асбестоцементных и керамических труб устраивают, в большинстве случаев, двухслойной, используя при этом гравий и крупнозернистый песок. Толщина каждого слоя должна составлять около 15 см. Применяется различная форма обсыпки - прямоугольная со съемной опалубкой, трапецеидальная и шестиугольная без опалубки, рис. 13.

Сверху фильтра в траншее укладывают слой песка толщиной $0,6H$, где H - глубина от уровня подземных вод перед их осушением до дна траншеи. Однако этот слой должен быть не менее 15 см над верхом дренирующей обсыпки.

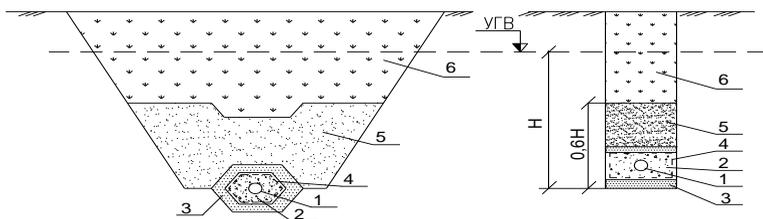


Рис. 13. Трубчатый дренаж с фильтровой обсыпкой

1 – труба дренажная; 2 - гравий средней крупности; 3 - песок среднезернистый; 4 – геотекстиль; 5 - засыпка песком; 6 - засыпка местным грунтом

Пристенный дренаж применяют в случае неглубокого залегания водоупора от поверхности земли, когда водоносные грунты под защищаемыми сооружениями отсутствуют. Пристенные дренажи могут устраиваться не только во время строительства сооружений, а при необходимости - и во

время их эксплуатации. Укладывают пристенные дренажи с наружной стороны фундаментов зданий и сооружений, на песчано-гравийную подготовку с последующей обсыпкой слоем гравия и песка. Пазухи между стеной здания и стенками котлована или траншеи отсыпают песком, а сверху укладывают слой глинистого грунта, рис. 14.

Пластовые дренажи применяют в том случае, если в основании сооружений необходимо устроить мощный водоносный слой. Пластовые дренажи укладывают одновременно со строительством подземных сооружений. Для этого под все сооружения отсыпают фильтрующие слои, состоящие из песчаной подготовки и гравия, уложенного на эту подготовку. При этом песчаная подготовка выводится за периметр сооружения и гидравлически увязывается с трубчатыми дренами, расположенными на расстоянии 0,5...0,7 м от наружной вертикальной плоскости фундамента, рис. 15. Для ускорения отвода фильтрационных вод в фильтрующие слои также укладывают трубчатые дренажи. Пластовые дренажи различаются большим разнообразием конструктивных форм. Пластовый дренаж можно использовать также для дренирования переувлажненных оснований дорожного полотна.

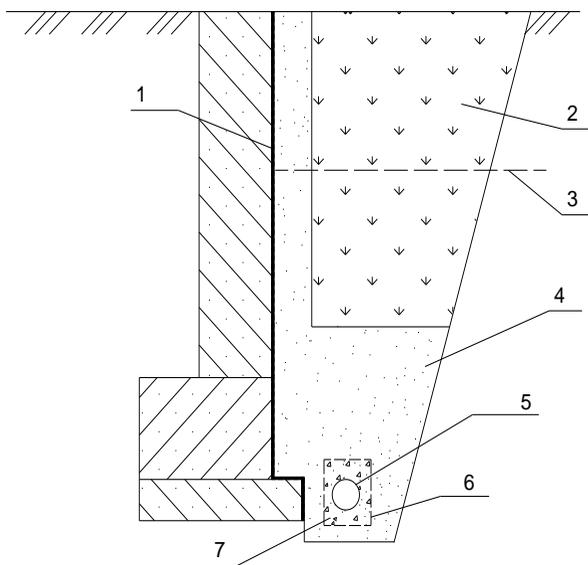


Рис. 14. Пристенный дренаж здания

1 – гидроизоляция; 2 - засыпка вынутым грунтом; 2 - уровень грунтовых вод до строительства; 4 - обсыпка крупнозернистым песком; 5 - дренажная труба; 6 - обсыпка гравием; 7 – геотекстиль

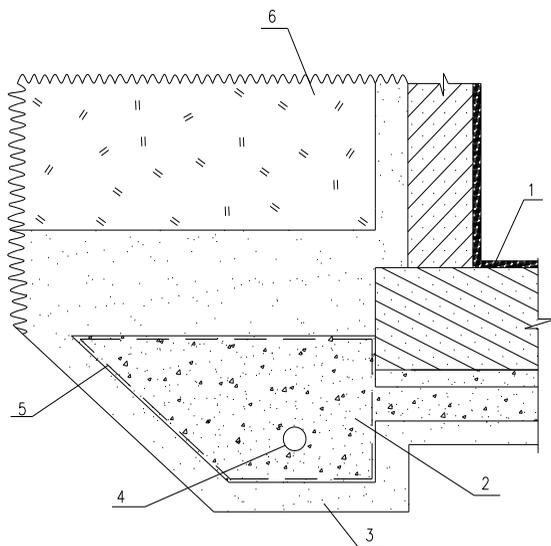


Рис. 15. Пластовый дренаж зданий с подвалами

1 - гидроизоляция; 2 - слой гравия; 3 - слой песка; 4 – дренажная труба; 5 – геотекстиль ; 6 – обратная засыпка

Для защиты подземных галерей, тоннелей, подземных переходов используются продольные горизонтальные дренажи, представляющие собой одиночную дренажную трубу, уложенную вдоль сооружения на пластовую постель, которая устраивается в виде слоя песчано-гравийной смеси, рис. 16.

В том случае, когда глубина тоннеля значительная и нет возможности устройства горизонтального дренажа с наружной стороны целесообразно применять дренаж, представленный на рис. 17, позволяющий устройство его из внутренней стороны.

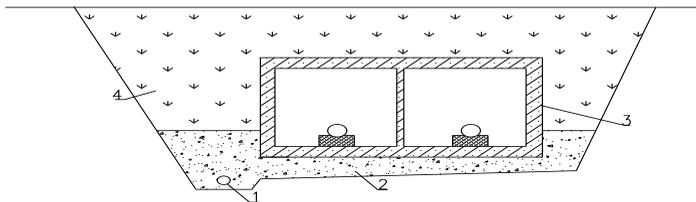


Рис. 16. Продольный горизонтальный дренаж галереи

1 - труба дренажная; 2 - слой песчано-гравийной смеси;
3 - галерея; 4 - обратная засыпка

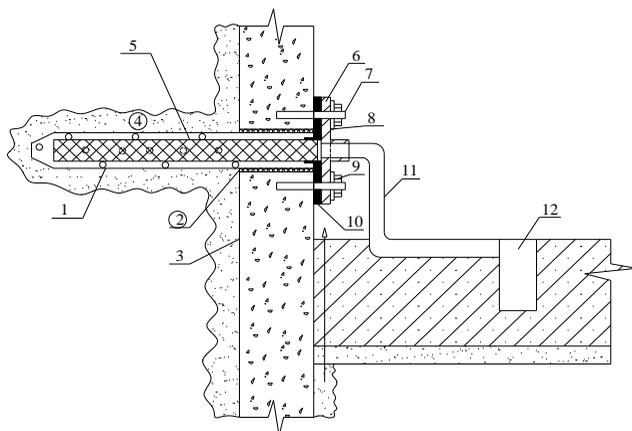


Рис. 17. Горизонтальный дренаж тоннеля при устройстве его с внутренней стороны

1 - перфорированная каркасная труба; 2 - отверстие в стене тоннеля; 3 - стена тоннеля; 4 - прилегающий к стене грунт; 5 - дренажная труба; 6 - прижимной фланец; 7 - анкерные болты; 8 - шайбы; 9 - гайки; 10 - гидроизоляционная резиновая прокладка; 11 - сливная труба; 12 - водоотводной лоток

Дренаж содержит перфорированную каркасную трубу, расположенную внутри отверстия, которое прорезает стену и прилегающий грунт. Дренажная труба вставлена внутрь каркасной трубы. При этом конец дренажной трубы, с внутренней стороны стены, вставлен в гнездо прижимного фланца, который сочленен с анкерными болтами при помощи шайб и гаек. Между стеной и фланцем расположена гидроизоляционная резиновая прокладка. Причем фланец соединен со сливной трубой, противоположный конец которой вмонтирован в водоотводной лоток.

Дренаж работает следующим образом. Через отверстия в каркасной трубе грунтовая вода просачивается в дренажную трубу, далее она через фланец поступает в сливную трубу и сбрасывается в водоотводной лоток.

Дренаж, имеет возможность принимать грунтовую воду, накапливающуюся с наружной стороны стены тоннеля. С помощью такого устройства снимается гидростатическое давление выше и ниже дренажа. Это позволяет защитить тоннель от просачивания в него грунтовых вод. Глубина заложения дренажа может быть любая, и зависит от глубины заложения тоннеля и гидрогеологических условий.

Вертикальный дренаж применяют при наличии мощного водоносного слоя грунта, со сравнительно неглубоким его залеганием. В состав трубчатого дренажа входят скважины (трубчатые колодцы), гидромеханическое оборудование (насосы, двигатели), водопроводящая сеть, энергетическое хозяйство, контрольно-измерительная аппаратура, а также средства автоматики.

Вертикальные дренажи способны понижать уровень подземных вод на большую глубину и производить отбор воды из более глубоких горизонтов, чем горизонтальные дренажи. Функцию регулирующей сети в вертикальных дренажах выполняют трубчатые колодцы. Трубчатый колодец состоит из ствола эксплуатационной колонны, фильтровой

колонны с отстойником и фильтрующей обсыпки, рис. 18. Эксплуатационная колонна предназначена для размещения водоподъемного оборудования и отвода воды. Внутренний диаметр ее должен быть увязан с диаметром насоса, причем зазор между ними должен составлять 60...70 мм.

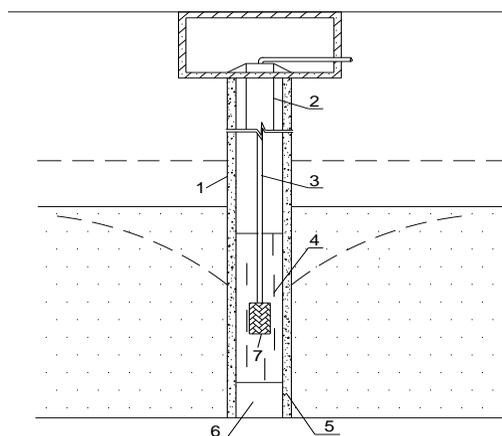


Рис. 18. Схема трубчатого колодца

1 - ствол скважины; 2 - эксплуатационная колонна; 3 - водоподъемная колонна; 4 - фильтровая колонна; 5 - гравийная обсыпка; 6 - отстойник; 7 – насос

Фильтровая колонна опускается в водоносную толщу грунта, из которого принимает воду. Она состоит из фильтрующей (рабочей) части, надфильтровой трубы и отстойника. Конструкции фильтров, используемых в трубчатых колодцах, могут быть самые разнообразные (дырчатые, щелевые, проволочные, сетчатые и т.д.), и выбираются в зависимости от литологического строения водоносного пласта.

В вертикальных дренажах в качестве водопроводящих устройств можно использовать поглощающие и одиночные колодцы с откачкой воды насосами, глухие коллекторы, ва-

куумные и эрлифтные системы. Выбор схемы водоотвода зависит от глубины скважин и напора водоносного пласта. *Скважины - дрена* располагают вдоль трассы тоннеля с двух сторон с определенным шагом. Их выполняют из стальных труб. Бурение скважин (рис. 19) проводят ниже фундамент-

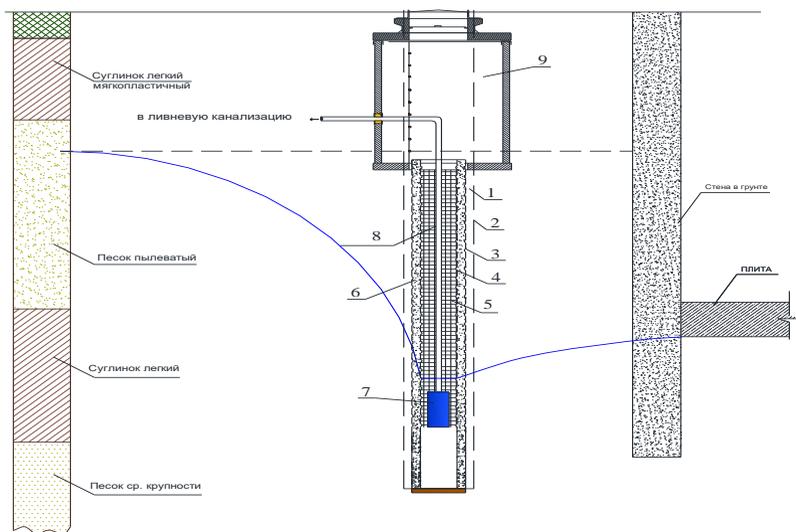


Рис 19. Конструкция вертикальной скважины - дренажа

1 – скважина - дрена; 2 – обсадная труба; 3 – перфорированная труба; 4 – фильтровая труба; 5 – сетка из цветного металла или геотекстиль; 6 – песчано-гравийная смесь; 7 – скважинный насос; 8 – напорные сопрягающие трубы; 9 – кондуктор

ной плиты, с одновременным закреплением стенок дрена обсадной трубой. В скважину опускают предварительно перфо- трубу меньшего диаметра, а во внутрь этой трубы опускают

фильтровую трубу, предварительно перфорированную и обмотанную сеткой из цветного металла, а на сетку наматывают геотекстиль, который фиксируют медной проволокой.

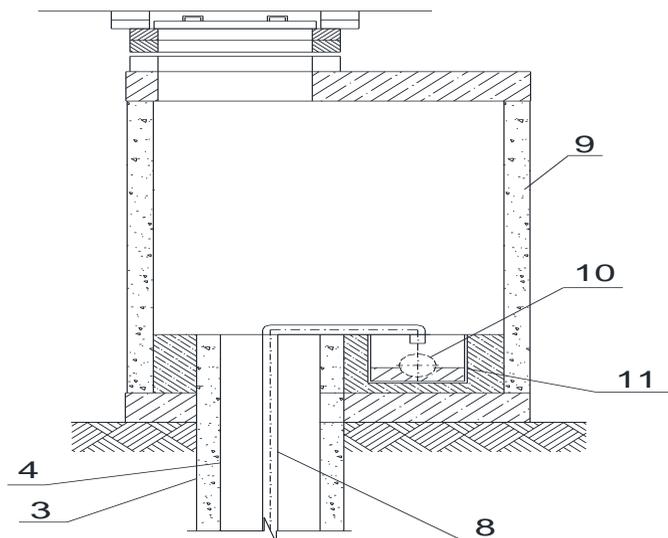


Рис. 20. Конструкция вертикального дренажа совмещенного с ливневой канализацией

3 – перфорированная труба; 4 – фильтровая труба; 8 – напорные сопрягающие трубы; 9 – кондуктор; 10 – труба ливневой канализации; 11 – водобойный ящик

Перфорированную и фильтровую трубы центрируют таким образом, чтобы расстояние между внутренней стенкой перфорированной трубы и фильтровой трубой было одинаковым по всей окружности. Далее пространство между трубами засыпают послойно песчано-гравийной смесью, а внутрь фильтровой трубы устанавливают скважинный насос с монтажом сопрягающих труб и электрических кабелей, после чего обсадную трубу извлекают из скважины. Для эксплуатации вертикального дренажа с поверхности земли устраивают кондуктор.

На рис. 20 показана конструкция вертикального дрена-

жа, совмещенного с ливневой канализацией через водобойный ящик, размещенная в кондукторе. Этот вариант позволяет экономить затраты на устройство водобойных колодцев, которые дополнительно устраивают при сопряжении напорных ниток с колодцами ливневой канализации. Глубина скважины - дрены может быть до 50 м.

Вертикальный дренаж в виде опускных железобетонных колодцев представлен на рис. 21.

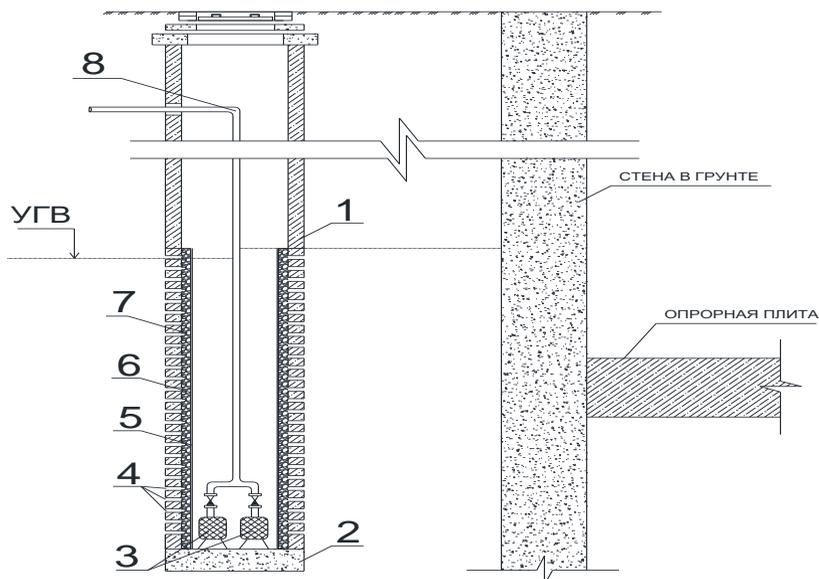


Рис.21. Конструкция вертикального дренажа в виде железобетонного колодца

1 – ж/б кольца; 2 – ж/б бетонное днище; 3 – дренажные насосы; 4 – отверстия перфорации; 5 – полимерная перфорированная труба; 6 – геотекстиль; 7 – песчано-гравийная смесь; 8 – напорные трубы

Устраивают опускной железобетонный колодец, состоящий из отдельных колец, путем выемки грунта из его внутренней полости и из-под стенок. В донной части железобетонного колодца делают железобетонное днище, в

стенках колодца от уровня грунтовых вод (УГВ) до днища просверливают отверстия, после чего в полость железобетонного колодца опускают предварительно перфорированную полимерную трубу, обмотанную фильтрующим геотекстилем, которую фиксируют медной проволокой. При этом полимерную трубу центрируют относительно железобетонного колодца таким образом, чтобы расстояние между внутренней стенкой колодца и полимерной трубой было одинаковым по всей окружности. Далее пространство между трубами засыпают послойно песчано-гравийной смесью, а внутрь полимерной трубы на днище монтируют дренажные насосы, сопрягающие напорные трубы и электрические кабели.

Глубина данной конструкции дренажа должна быть не более 20 м.

Поглощающие колодцы рис.22 применяются при опре-

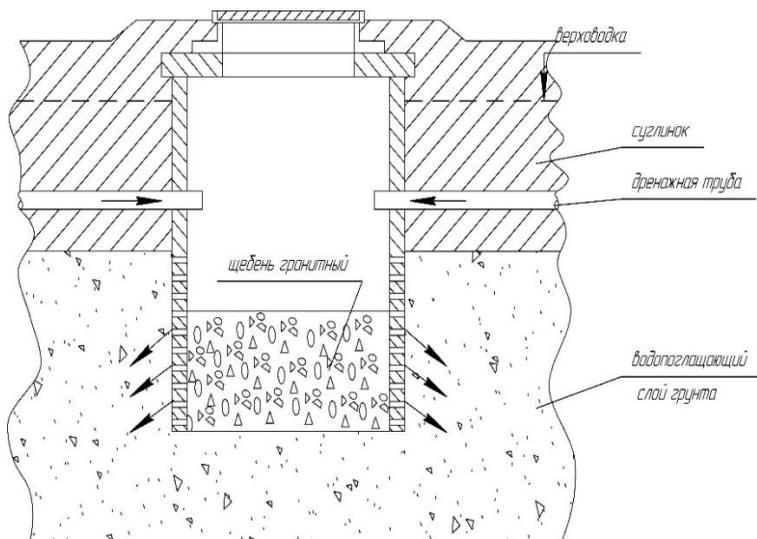


Рис. 22. Поглощающий колодец

ленных гидрогеологических условиях, когда водоносный слой, обладающий значительной поглощающей способностью, может принять воды, отобранные дренажными колодцами. Сброс осуществляется или индивидуально из каждого дренажного колодца, или через центральный поглощающий колодец, к которому подводится вода из всех дренажных колодцев.

Трубчатые колодцы оборудуются насосами с двигателями, расположенными на поверхности земли, если грунтовые воды залегают неглубоко от ее поверхности, а их понижение невелико, или погружными насосами, если грунтовые воды залегают глубоко.

Глухие коллекторы используются в качестве водопроводящих устройств вертикальных дренажей, когда имеет место самоизлив из трубчатых колодцев. Вода, поступающая из самоизливающих колодцев в глухой коллектор, отводится самотеком в водоприемник. Глухие коллекторы применимы для условий сравнительно незначительных понижений уровня подземных вод.

Для более значительных понижений уровня подземных вод, когда вертикальный дренаж состоит из группы колодцев, в качестве водопроводящих устройств, применяются вакуумные системы. Наиболее эффективной вакуумной системой является сифонный водозабор, состоящий из вертикальных всасывающих труб, горизонтальной трубы-коллектора и вертикальной трубы-сифона, опущенного под уровень водосборного резервуара. Применяют две основные схемы укладки сифонных водопроводов - полностью и не полностью заполненных водой. В первом случае коллектор прокладывают с обратным уклоном (0,002...0,005) к водоприемному резервуару. В самой высокой точке коллектора устраивают воздухосборник, из которого воздух откачивается вакуум-насосом или удаляется с помощью специальных аппаратов. Во втором случае коллектор прокладывают

с прямым уклоном (0,002...0,005) к водоприемному резервуару, причем сифон работает с неполным заполнением, а воздух, скопившийся в надводном пространстве коллектора, откачивают вакуум-насосом.

Наличие приемного резервуара в системе сифонного водозабора позволяет достаточно легко осуществлять регулирование работы дренажной системы и снижать непроизводительные потери энергии. Возможна периодичность в работе насосов.

При осушении сельских населенных пунктов в качестве проводящих устройств вертикальных дренажей можно использовать эрлифтные системы. Обслуживание дренажных колодцев при этом осуществляется от центральной компрессорной станции, воздух от которой под давлением подается к дренажным колодцам по специальным воздуховодам. Из дренажных колодцев вода воздухом выдавливается вверх в смотровой колодец, из которого она поступает в коллектор, а по нему транзитом отводится в водоприемник.

Комбинированный дренаж - это сочетание горизонтальных дрен с вертикальными самоизливающимися скважинами. Он применяется при определенном гидрогеологическом строении, когда с дневной поверхности залегают суглинки, супеси, пылеватые пески, мощностью 10...15 м, которые подстилаются крупнозернистыми песками, галечниками или иными хорошо проницаемыми грунтами. Горизонтальную дренажную трубу при комбинированном дренаже закладывают на обычной глубине, а фильтрующую часть вертикальной дренажной трубы располагают в хорошо фильтрующем водоносном пласте. В конструктивном отношении комбинированные дренажи используются, как правило, двух типов: вертикальные трубчатые колодцы сопрягаются или с горизонтальными перфорированными трубчатыми дренами с обсыпкой (рис. 23), или с дренажными галереями.

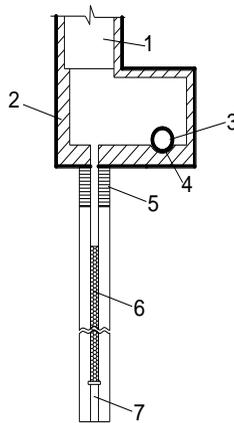


Рис. 23. Схема комбинированного дренажа

1 - люк; 2 - смотровой колодец; 3 - горизонтальная дрена; 4 - лоток для отвода дренажных вод; 5 - глиняный тампон; 6 - фильтр; 7 - отстойник

Лучевой дренаж - это осушительная система, состоящая из водосборного шахтного колодца и радиальных горизонтальных скважин (рис. 24), которые позволяют усилить, в сравнении с вертикальным дренажем, водозаборную способность системы. При этом понижение уровня подземных вод осуществляется на большей площади. Расположение горизонтальных дрен может быть выполнено в несколько ярусов. Внутренний диаметр шахтного колодца, зависящий от способа проходки горизонтальных скважин, а также размеров насосного оборудования, принимается равным 2...6 м. Количество горизонтальных скважин, их глубина и длина, которая обычно составляет не более 50 м, определяются расчетом, в зависимости от гидрогеологических условий. Насосы могут располагаться непосредственно в шахтном колодце или на поверхности земли в специальном строении.

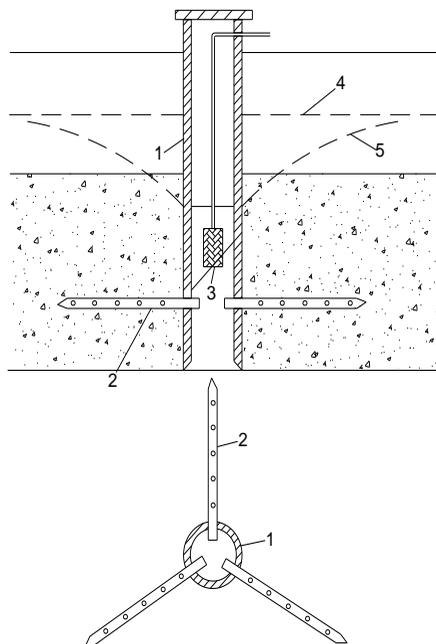


Рис. 24. Лучевой дренаж

1 - шахтный колодец; 2 - горизонтальные скважины; 3 - насос; 4 - статический уровень подземных вод; 5 - динамический уровень

Специальные типы дренажей. В определенных гидрогеологических и иных условиях применение специальных видов дренажа оказывается экономически или экологически более эффективным, в сравнении с рассмотренными ранее способами осушения. К специальным способам осушения можно отнести: вакууммирование, электродренаж, биодренаж, вентиляционный дренаж.

Конструктивная схема вертикального дренажа с всасывающим трубопроводом, присоединенным к насосу, представлена на рис. 25.

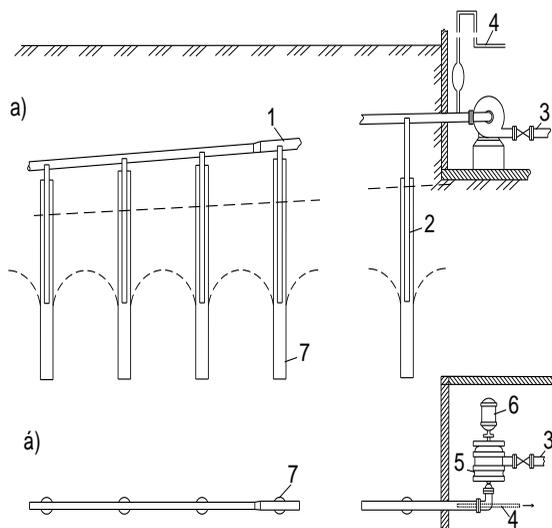


Рис. 25. Схема вакуумного вертикального дренажа с всасывающим трубопроводом

а – разрез; б – план; 1 – всасывающий трубопровод; 2 – всасывающая труба; 3 – нагнетательная труба; 4 – вакуум-насос; 5 – насос; 6 – электромотор; 7 – трубчатый колодец

В слабоводопроницаемых глинистых и суглинистых грунтах в полости дрен можно создать вакуум путем заглубления устья дрен под пониженный уровень в водопримном колодце, из которого вода удаляется насосами. Созданный таким образом вакуум повышает интенсивность осушения грунтов, сокращая при этом время удаления воды из осушаемого слоя. Вакууммирование можно использовать как в вертикальных, так и в горизонтальных дренажных системах.

В период производства строительных работ, для временного воздействия на грунт, применяют электродренаж

или электроосмотическое осушение. Оно основано на перетоке влаги от анода к катоду под действием постоянного электрического тока. В качестве катода используются игло-фильтры, а анода - стальные трубы, расположенные параллельно в два ряда вокруг защищаемого объекта. Электроосмотическое осушение является обратимым процессом, то есть после окончания работы электродренажных устройств, грунт восстанавливает свое первоначальное состояние. Электродренаж применяют для осушения глин текучей и пластичной консистенций, илистых грунтов, а также суглинков с коэффициентом фильтрации менее 0,05 м/сут. Этот способ применим при осушении котлованов или локальных участков.

Вентиляционный дренаж используется для осушения влажных глинистых грунтов в основании зданий и сооружений. Он представляет собой пористые трубы, прокладываемые под фундаментами. Через эти трубы продувается воздух при естественной температуре или подогретый, и таким образом понижается влажность грунтов.

Биодренаж - это система древесных или кустарниковых насаждений, размещенных по площади и имеющих высокую транспирирующую способность. К таким растениям можно отнести эвкалипт, березу бородавчатую, клен ясенелистый, яблоню дикую, акацию белую и др. Высокая транспирация способствует понижению уровней грунтовых вод и соответственно влажности грунтов.

3.3. Осушение коттеджных и дачных участков

В последнее время ведётся интенсивное освоение земельных участков для коттеджного и дачного строительства. Опыт показывает, что выбор участка для освоения и строительства на нем нового дома под застройку является ответственным решением. Известно, что водный режим участка определяется комплексом природных условий: его

местом расположения по отношению к основным элементам рельефа (водоразделу, склону, низине), площадью внешнего и фактического водосбора участка, глубиной залегания грунтовых вод, плотностью грунтов, водопроницаемостью и т.д. У сооружений, построенных на переувлажнённых участках, нарушается цельность фундаментов, цоколей, отмосток, оград и т.д., имеет место сырость во внутренних помещениях. Известно, что в Центральной части России грунты в зимний период промерзают на глубину 1,5...2 м. Промерзание переувлажнённых глинистых и суглинистых грунтов увеличивает их объём (морозное пучение). Расширяющие грунты, воздействуя на подземную часть дома, вызывают сдвиги и разрыв стен, нарушают гидроизоляцию. Через разрывы в фундаментных блоках и трещины в гидроизоляции вода в тёплый период года, попадая в подвальные помещения, там накапливаются. В дальнейшем переувлажнённые грунты, смерзаясь с подземной частью дома, при пучении приподнимают строение, вызывая серьёзные повреждения в нём. К тому же грунтовая вода, содержащая в себе растворённые вещества и газы, становится агрессивной к бетону и каменной кладке и разрушает их. Просочившаяся в подвальное помещение влага создаст условия для развития в древесине плесени и грибка, споры которых могут распространяться по всему дому. Избыток влаги в подвальном помещении вызывает деформацию дверных коробок и оконных рам, коробление полов и их покрытий и, как следствие, потерю домом тепла в холодное время.

Таким образом, близкое стояние грунтовых вод, а также верховодка, образовавшаяся от снеготаяния и обильных осадков, нарушают нормальную эксплуатацию зданий и сооружений, требуют повторяющихся трудоёмких и дорогостоящих ремонтов. Даже при благоприятных гидрогеологи-

ческих условиях в результате строительства коттеджей на участке могут возникнуть проблемы от действия вод.

В естественных условиях до строительства коттеджных посёлков в весенний и летне-осенний периоды формируется поверхностный сток, который стекает по поверхности в водоприёмник или местные понижения.

Строительство коттеджей, подземных коммуникаций и дорожной сети преграждает естественный поверхностный сток воды, переводя его в подземный, что вызывает подъём их уровня. Кроме того, подземная часть коттеджа выступает в роли «плотины», перегораживая подземный ток воды. Происходит, так называемый, «барражный эффект», то есть накопление и подъём грунтовых вод с верхней части склона у подвальной стены. Опыт строительства дренажных систем в Подмоскowie показывает, что «барражный эффект» проявляет себя не сразу, а через 2...4 года эксплуатации коттеджа.

Таким образом, на коттеджный участок и фундамент коттеджа оказывают отрицательное воздействие: во-первых – поверхностные воды, во-вторых - грунтовые воды; в-третьих – грунтовые воды типа «верховодки», и в-четвертых – грунтовые воды от «барражного эффекта». Для предотвращения отрицательного воздействия этих вод на участок земли и фундамент строения следует организовать поверхностный сток с участка и построить дренажную систему.

Для организации поверхностного стока, образующегося во время весеннего снеготаяния и сильных дождей надо провести планировку участка поверхности, соорудить по необходимости нагорные каналы, защищающие территорию поселка от притока поверхностных вод с окружающих склонов, водоотводные борозды и канавки, соединив их с водоотводной сетью каналов или заглубленных кюветов, охватывающих всю площадь коттеджного поселка. В хоро-

шо обустроенных поселках устраивают ливневую канализацию. Очень важную роль играет отмостка вокруг фундамента, не позволяющая переувлажнять подземную часть здания. Ширину отмостки назначают 1...1,5 м, во избежание ее деформации при пучении глинистого грунта часть его снимают, устраивают песчано-гравийное основание и заливают бетоном, устраивая температурные швы. Поверхностный сток с отмостки отводят в бороздки, и далее – в ливневую канализацию.

3.4. Сооружения на осушительной сети

Сооружения на осушительной сети обеспечивают ее нормальную работу. К ним относятся: трубчатые переезды, устьевые сооружения, смотровые и перепадные колодцы, водосборные колодцы-резервуары и устройства для перекачки воды.

При пересечении дорог с открытыми осушительными каналами устраиваются трубчатые переезды, рис. 26. Они выполняются из сборных железобетонных труб, диаметр которых зависит от расхода воды в канале. При этом расчетный расход воды должен быть не более 1...2 м³/с. На каналах с большими расходами воды необходимо строить мосты. При строительстве трубчатого переезда особое внимание следует уделять качеству подготовки основания под укладку труб. Главным условием работы трубчатого переезда, является безподпорный пропуск бытового расхода.

По краям трубчатого переезда устраивают бетонные оголовки, а стыки между отдельными трубами заделывают цементно-песчаным раствором.

Устьевые сооружения устраивают в местах сопряжения дренажной системы с открытой осушительной сетью или водоприемником. Устье необходимо располагать в тех ме-

стах водотока, где отсутствуют обвальные и оползневые явления, и не наблюдается воздействие льда на устье при паводке. Угол сопряжения выходной трубы устьевого сооружения и направление потока воды в водоприемнике (реке, канале) должен составлять $60-90^{\circ}$.

Отметка устьевого сооружения должна быть выше отметки паводкового горизонта воды в водоприемнике. При отсутствии такой возможности, предусматривается устройство для перекачки дренажных вод во время паводка. Однако в

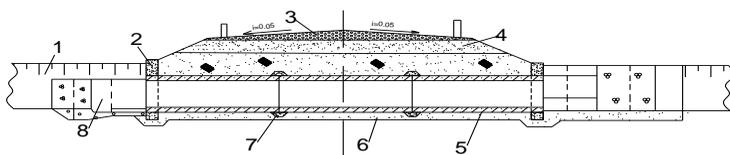


Рис. 26. Трубчатый переезд

1 –открытый канал; 2 - бетонный оголовок; 3 –дорожное полотно из гравия; 4 – песчано-гравийная подушка; 5 - железобетонная труба; 6 – песчаная подготовка; 7 - цементно-песчаный раствор

некоторых случаях допускается кратковременное прекращение работы дренажа. В настоящее время применяют разнообразные конструкции устьевых сооружений. Они бывают из монолитного бетона, из сборных железобетонных деталей (рис. 27), а также в виде крепления откоса каменной отмосткой.

Смотровые колодцы необходимы для контроля и ухода за коллекторно-дренажной сетью. Они устраиваются в местах поворота и перемены уклонов коллекторно-дренажных линий, в точках сопряжения этих линий, а также не менее чем через 50 м на прямых участках. В конструктивном отношении смотровые колодцы могут быть открытыми и потайными. Колодцы делают из железобетонных колец, которые

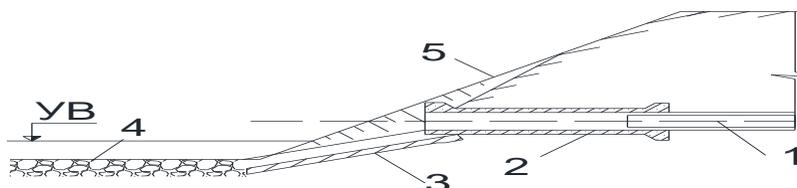


Рис. 27. Устьевое сооружение

1 – коллекторная труба; 1 – асбестоцементная труба; 3 – железобетонный лоток; 4 – каменная отмостка; 5 – крепление одерновкой

укладывают на бетонную плиту (рис. 28). Перепады на дренажных системах предусматривают, как правило, в смотровых колодцах, а на каналах и лотках они устраиваются специально.

Сборные колодцы-резервуары с насосами устраиваются в том случае, когда отметки воды в водоприемнике расположены выше отметок заложения дренажа. Такая ситуация возникает, например, при глубоком заложении дренажа и сбросе дренажных вод в ливневую или канализационную сеть, расположенную выше дренажа. При самотечном отводе дренажных вод такой случай может быть во время про-

хождения паводков, когда уровни воды в водоприемнике расположены высоко и затапливают устьевые сооружения. По конструкции сборные колодцы-резервуары – это бетонные или железобетонные емкости круглого поперечного сечения. Насосы и оборудование для перекачки воды подбирается в соответствии с режимом их работы, расходом и высотой подъема.

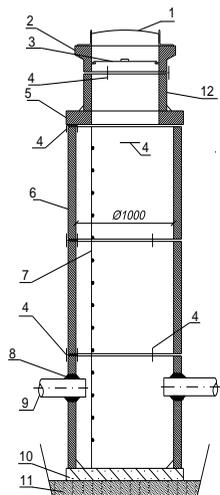


Рис. 28. Смотровой колодец

1 – люк чугунный; 2 – кольцо горловины; 3 – предохранительная крышка; 4 – скобы; 5 – плита перекрытия; 6 – железобетонные кольца; 7 – лестница; 8 – цементно-песчаный раствор; 9 - дренажная труба; 10 -плита основания; 11-песчано - гравийная подушка; 12 – сборные ж/б кольца

3.5. Расчет фильтрующей обсыпки и размеров водоприемных отверстий дренажных труб

Дренажные обсыпки в горизонтальных дренажах подбирают таким образом, чтобы частицы дренируемого грунта не кольматировали обсыпки и не вымывались в дренажные

трубы. Материал самих дренажных обсыпок не должен просыпаться в водоприемные отверстия труб.

В качестве дренажных фильтрующих обсыпок в настоящее время применяются природные пески, гравий, щебень и искусственные минеральные, волокнистые материалы.

Материалы, применяемые в качестве фильтров, должны удовлетворять требованиям прочности, морозостойкости и устойчивости к агрессивным грунтовым водам. Водопроницаемость их должна быть выше водопроницаемости дренируемого грунта. Материалы для обсыпок не должны содержать частиц диаметром менее 0,1 мм более 3...5% по весу.

В практике проектирования применяются обсыпки, состоящие из одного или двух-трех слоев, крупность частиц которых в каждом из последующих слоев увеличивается в несколько раз.

При подборе обсыпок следует по возможности делать их однослойными. По данным практики установлено, что во всех дренируемых песчаных грунтах с диаметром $d_{50} > 0,2$ мм можно ограничиваться однослойными обсыпками.

Подбор обсыпок проводится с использованием значений структурного коэффициента K_c и коэффициента неоднородности фильтрующего материала η

$$K_c = D_{50} / d_{50} , \quad (1)$$

$$\eta = D_{60} / D_{10} , \quad (2)$$

где D_n - диаметр частиц, меньше которого содержится в обсыпке $n\%$ по весу;

d_n - диаметр частиц, меньше которого содержится в дренируемом грунте $n\%$ по весу (при наличии двухслойной обсыпки - во внешнем слое обсыпки)

При подборе сплошных обсыпок рекомендуется исходить из того, чтобы коэффициент неоднородности их не превышал бы 10.

Подбор водоприемных отверстий дренажных труб сводится к установлению их формы, размеров и расположения. Размеры водоприемных отверстий щелевой или круглой формы рекомендуется принимать из следующих соотношений:

$$B_{\text{отв}} = (1,5 \dots 2,0) \cdot D_{50}, \quad (3)$$

$$D_{\text{отв}} = (3,0 \dots 4,0) \cdot D_{50}, \quad (4)$$

где $B_{\text{отв}}$ - ширина щелевых отверстий или зазоров в стыках дренажных труб;

$D_{\text{отв}}$ - диаметр круглых отверстий;

D_{50} - диаметр частиц, меньше которого содержится в обсыпке 50% по весу.

Рекомендуется принимать ширину щелевых отверстий от 3 до 7 мм, диаметр круглых отверстий от 5 до 15 мм. Щелевые отверстия должны располагаться по длине трубы на расстояниях 0,5...0,7 м друг от друга. Суммарная площадь круглых отверстий принимается порядка 0,5 % от поверхности труб.

В рассматриваемом ниже примере расчета дренируемый береговой дренажной водоносный горизонт представлен мелкозернистыми песками, что создает опасность выноса мелких частиц в водоприемные отверстия. Для предотвращения этого явления необходимо запроектировать фильтрующую обсыпку дренажных труб. При подборе механического состава фильтрующей обсыпки можно воспользоваться графиком Истоминой В.С. (рис. 29).

Механический состав песков водоносного горизонта характеризуется следующими данными:

$d_{10} = 0,11\text{мм}$, $d_{50} = 0,2\text{мм}$, $d_{60} = 0,23\text{мм}$, $d_{85} = 0,3\text{мм}$, $d_{98} = 0,9\text{мм}$.

Построим нижнюю и верхнюю границы допустимого диапазона механического состава дренажной обсыпки. Задаемся коэффициентом неоднородности обсыпки D_{60}/D_{10}

= 8. При этом соотношение D_{50}/d_{50} может быть принято в пределах от 3 до 35. Вначале рассчитаем верхнюю границу механического состава обсыпки при $D_{50}/d_{50} = 3$. Учитывая, что дренируемый грунт имеет $d_{50} = 0,20$ мм, рассчитаем $D_{50} = 0,20 \cdot 3 = 0,60$ мм. D_{60} может быть принято несколько большим, около 1,0 мм, а $D_{10} = D_{60}/8 = 1/8 = 0,13$ мм. Максимальный диаметр принимаем $D_{\text{макс}} = 2$ мм.

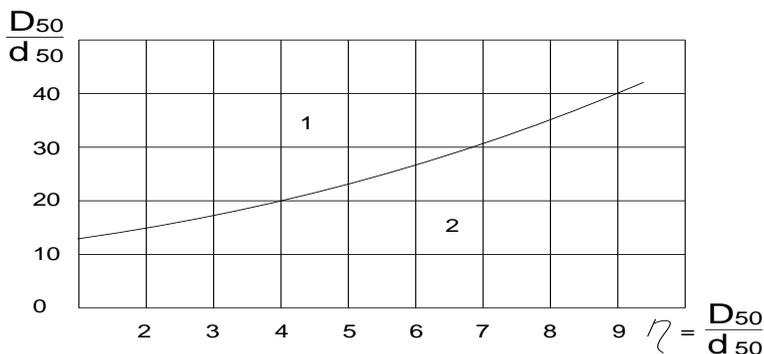


Рис. 29. График для подбора первого слоя обсыпки в песчаных грунтах

(1 - зона недопустимых значений, 2 - зона допустимых значений)

Для нижней границы $D_{50}/d_{50} = 35$. Так как дренируемый грунт имеет $d_{50} = 0,20$ мм, то $D_{50} = 0,20 \cdot 35 = 7,0$ мм. Тогда D_{60} может быть принято несколько большим, около 8 мм, а $D_{10} = 8/8 = 1$ мм. Максимальный диаметр принимаем $D_{\text{макс}} = 20$ мм.

По полученным данным строим кривые механического состава дренируемого грунта и обсыпки (рис. 30).

Фильтрующие материалы, графики которых будут располагаться между кривыми 2 и 3, могут быть использованы

для фильтрующей обсыпки при заданном коэффициенте неоднородности, равном 8.

Если карьерный материал для обсыпки имеется в наличии, можно проверить его пригодность по графику следующим образом. Определяют отношение D_{50}/d_{50} и коэффициент неоднородности материала, предназначенного для обсыпки, D_{60}/D_{10} . На графике (см. рис. 30) находят точку с этими координатами. Если эта точка лежит в области допустимых значений, то такой материал может быть использован для фильтрующей обсыпки.

Толщина слоя фильтрующей обсыпки в горизонтальном дренаже, исходя из условий производства работ по ее укладке, не должна приниматься менее 0,15 м.

Диаметры круглых водоприемных отверстий в дренажных трубах, которые рассчитаны соответственно по верхней и нижней кривым механического состава обсыпки, будут равны:

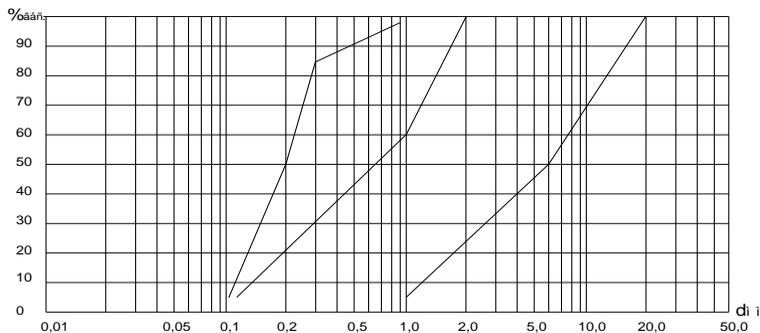


Рис. 30. Графики механического состава

1 - дренируемого песчаного грунта; 2 - материала обсыпки при $K_c = 3$; 3 - материала обсыпки при $K_c = 35$

$$D_{\text{отв}} = 3,0 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ мм}$$

$$D_{\text{отв}} = 3,0 \cdot 7,0 = 21 \text{ мм}$$

Однако, с учетом отмеченных выше рекомендаций, следует принимать диаметр круглых водоприемных отверстий не менее 5 мм.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите элементы осушительной системы.
2. Каково назначение регулирующей сети?
3. Каково назначение ограждающей сети?
4. Для чего устраивается проводящая сеть?
5. Каково назначение водоприемника?
6. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является понижение их уровня.
7. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является ограждение от притока поверхностных вод.
8. Назовите тип водного питания, при котором методом осушения является ускорение поверхностного стока.
9. Перечислите основные гидромелиоративные сооружения на осушительной сети.
10. Назовите назначение ловчего канала.
11. Какие функции выполняет береговой дренаж?
12. Изобразите схематично формы поперечного сечения дренажных труб и галерей из бетона и железобетона.
13. Как вода попадает во внутрь дренажной трубы?
14. Что осушают кольцевым дренажем?
15. Зачем нужны фильтрующие обсыпки для
16. Поясните принцип работы вакуумного дренажа.

17. Нарисуйте конструктивную схему дренажного колодца.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

4.1. Однолинейные осушительные системы

В рассматриваемых условиях однолинейные осушительные системы могут быть открытые и закрытые. К открытым системам относятся: одиночный магистральный канал, ловчие и нагорные каналы. К закрытым системам относятся: головной и береговой дренажи.

Открытые однолинейные системы осушения. Одиночный магистральный канал проектируют в том случае, если объект имеет вытянутую форму, небольшую ширину осушаемой территории и отсутствие притока грунтовых и поверхностных вод со стороны прилегающих земель, рис. 31. При этом магистральный канал должен быть без устройства других элементов, понизить уровень подземных вод до необходимой нормы осушения. Этот способ осушения наиболее эффективен при грунтовом типе водного питания, подтипе - замкнутый бассейн.

Магистральный канал проектируют с учетом рельефа местности, который должен проходить по пониженным отметкам или по тальвегу осушаемой территории. По возможности, он должен быть прямолинейным, или иметь наименьшее число поворотов в плане. Внутренний угол поворота должен быть не менее 120° . При осушении небольших сельских населенных пунктов и дачных комплексов, магистральный канал проводится таким образом, чтобы

осушаемая территория делилась им примерно пополам. При этом необходимо учитывать условия застройки и расположение подземного хозяйства. Сопряжение магистрального канала с рекой-водоприемником осуществляют под углом $45...60^{\circ}$. Параметры магистрального канала определяются расчетом, который состоит из гидрологического и гидравлического расчетов. Основные характеристики магистрального канала даны ранее.

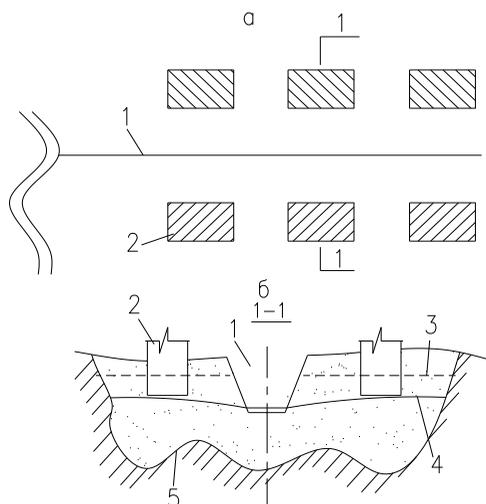


Рис. 31. Магистральный канал

а - план; б - разрез в вертикальной плоскости: 1 - магистральный канал; 2 - осушаемые строения; 3 - уровень грунтовых вод до осушения; 4 - пониженный уровень грунтовых вод; 5 - водоупор

Ловчие и нагорные каналы являются ограждающей осушительной сетью. Ловчие каналы предназначены для перехвата грунтовых и грунтово-напорных вод со стороны внешнего водосбора, а нагорные - для перехвата поверхностных вод. Ловчие каналы (рис. 32) располагают в зоне

выклинивания подземных вод в виде родников. Для речных долин это будет, практически, линия перехода коренного берега к пойме. Ловчие каналы проектируются при грунтово-напорном и грунтовом типе водного питания, подтип – приток грунтовых вод с прилегающего водосбора. При осушении участка, имеющего отдельные строения, или группу строений, ловчие каналы устраиваются по верхней границе данного участка. Если с поверхности земли залегают слабопроницаемые грунты, то обязательным условием при проектировании является заглубление канала в подстилающие хорошо водопроницаемые грунты не менее чем на 0,3...0,5 м.

Нагорные каналы (рис. 32), как правило, располагают по верхней границе осушаемого объекта. Они применяются при делювиальном (склоновом) типе водного питания. Форма поперечного сечения нагорного канала - трапеция с несимметричным профилем.

Ловчий канал отличается от нагорного глубиной и формой поперечного сечения. В том случае, если площадь прилегающего водосбора покрыта лесом и сложена легкими грунтами, функции нагорных и ловчих каналов могут быть совмещены.

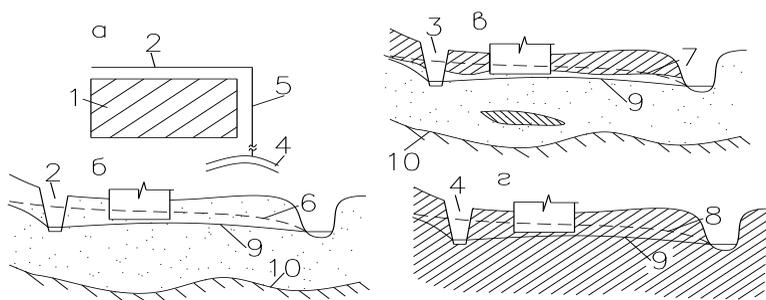


Рис. 32. Ловчие и нагорные каналы

a - план; *б, в, г* - разрез через ловчий, нагорно-ловчий и нагорный каналы;

1 - осушаемый объект; 2 - ловчий канал; 3 - нагорно-ловчий канал; 4 - нагорный канал; 5 - сбросная часть канала; 6 - уровень грунтовых вод до осушения; 7 - пьезометрический уровень; 8 - верховодка; 9 - уровень грунтовых вод после осушения; 10 – водоупор

Ловчие или нагорные каналы сопрягаются, при необходимости, с магистральным каналом в плане под углом $60...90^{\circ}$ по ходу течения воды. В вертикальной плоскости ловчие или нагорные каналы сопрягаются с магистральным каналом дно в дно, если последний гидравлически не рассчитывается. Если он рассчитывается, то дно ловчего либо нагорного канала сопрягается с бытовым уровнем магистрального канала. При проектировании трассы ловчего или нагорного каналов следует принимать вариант с наименьшей длиной.

Головной дренаж используют при грунтовом (подтип - приток грунтовых вод с водосбора) и гунтово-напорном типах водного питания. Трассу дрены прокладывают по верхней границе дренируемой территории (рис. 33). Наиболее эффективен головной дренаж при близком к поверхности земли залегании водоупора, а также при

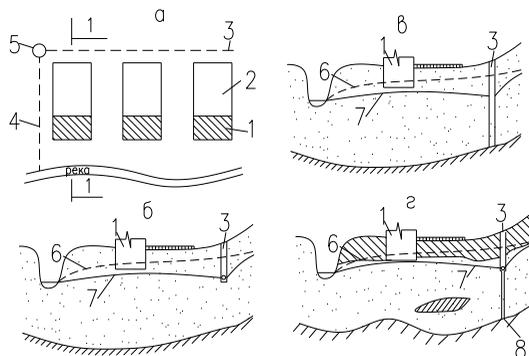


Рис. 33. Головной дренаж
a - план;

б, в, г - разрез в вертикальной плоскости; *б* – горизонтальный дренаж; *в* - вертикальный дренаж; *г* – комбинированный дренаж: 1 - осушаемое строение; 2 - осушаемый газон; 3 - головная дрена; 4 - сбросная часть дрена; 5 - смотровой колодец; 6-уровень подземных вод до осушения; 7 - уровень подземных вод после осушения; 8 - водоупор

однородном строении верхнего дренируемого пласта. При неоднородном строении толщи осушаемых грунтов и при наличии сверху мощного слабопроницаемого слоя, подстилаемого водоносным горизонтом, целесообразно применять вертикальный и комбинированный дренажи.

Линейный вертикальный дренаж - это система трубчатых колодцев, располагаемых в ряд, по прямым линиям вдоль верхней границы осушаемой территории.

При залегании сверху дренируемой территории мощного водоносного пласта с высоким дебитом, и невозможностью понизить подземные воды на необходимый уровень горизонтальной дренажной или линейным вертикальным дренажем, следует строить комбинированный дренаж, то есть совместно с горизонтальным дренажем устраивать ряд вертикальных дренажей.

Наиболее выгодно строительство головных дренажей при осушении относительно больших территорий, например, целого сельского населенного пункта или дачного поселка. Береговой дренаж (рис. 34) применяется при грунтовом (подтип - фильтрация из рек и водохранилища) и аллювиальном типах водного питания и предназначен для защиты земель, расположенных вдоль рек и водохранилищ.

Он используется на обвалованных, а также на не обвалованных территориях. Береговые дренажи, в отличие от головных, перехватывают не только подземные воды, притекающие со стороны водосбора, но и воды, фильтрующиеся со стороны реки, водохранилища, озера, моря и т.п. При

этом горизонт воды в водоеме расположен выше необходимой нормы осушения.

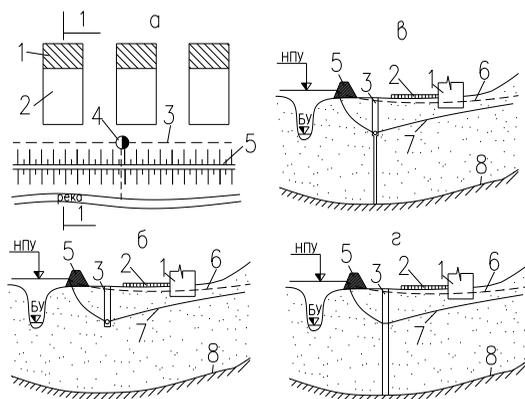


Рис. 34. Береговой дренаж

а - план; *б, в, г* - разрез в вертикальной плоскости; *б* - горизонтальный дренаж; *в* - комбинированный дренаж; *г* - вертикальный дренаж: 1 - осушаемое строение; 2 - осушаемый садово-огородный участок; 3 - береговая дрена; 4 - насосная станция; 5 - дамба обвалования; 6 - уровень подземных вод до осушения; 7 - пониженный уровень подземных вод; 8 - водопупор

Конструктивно береговой дренаж устраивают в виде открытого канала, закрытой горизонтальной дрены, вертикальных колодцев, или комбинированного дренажа.

Сток воды из берегового дренажа происходит в сборные колодцы-резервуары, из которых она откачивается насосом в водоприемник. Подачу насосной станции определяют на основании графиков колебаний уровней и расходов в устье подводящего магистрального канала, водоприемни-

ка, резервуара. Воду также можно отвести самотеком в нижний бьеф водоподпорных сооружений.

Наиболее эффективен береговой дренаж при хорошо проницаемых грунтах. При слабопроницаемых грунтах, когда один береговой дренаж не справляется с поставленной задачей, а именно, понижением подземных вод до необходимой нормы осушения, устраиваются дополнительно ловчие, нагорные каналы или головной дренаж. Если этого недостаточно, то совместно с береговым дренажем и ограждающей сетью проектируется выборочный систематический дренаж или контурные (кольцевые) системы как горизонтальный, так и вертикальный дренаж.

4.2. Контурные осушительные системы

Контурные осушительные системы представляют собой трубчатые дренажи (рис. 35), устраиваемые для защиты подвалов отдельных зданий и подземных сооружений от подтопления. Они способны перехватывать подземные воды, притекающие со стороны искусственных водоемов, отстойников, бассейнов, резервуаров и т.п. Контурный дренаж устраивается вокруг осушаемого участка, окольцовывая его

При сравнительно небольшом понижении подземных вод применяют горизонтальные контурные дрены. Они эффективны при грунтового типа водного питания. При грунтово-напорном питании, когда необходимо значительно уменьшать размеры дренажного контура, может оказаться более целесообразным вертикальный контурный дренаж.

Кроме этого, на выбор типа контурного дренажа влияет условие застройки и расположения подземного хозяйства, а также глубина понижения уровня подземных вод.

Комбинированный контурный дренаж применяют при сложном гидрогеологическом строении толщи, когда сверху

залегают слабо допроницаемые грунты, подстилаемые хорошо проницаемым водоносным горизонтом.

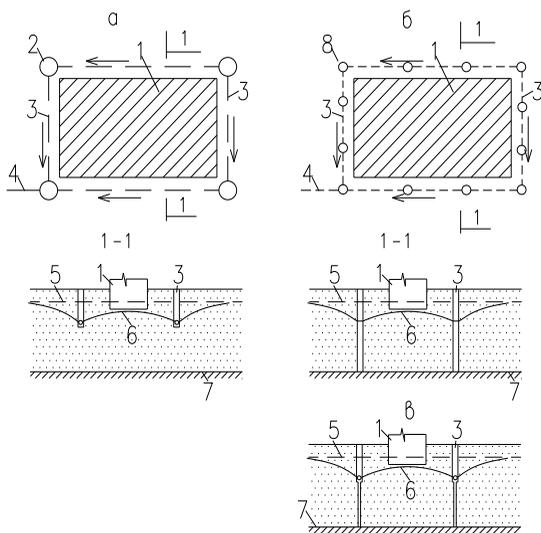


Рис. 35. Контурный дренаж

а - горизонтальный; *б* - вертикальный; *в* – комбинированный: 1 - осушаемый объект; 2 – смотровой колодец; 3 - контурная дрена; 4 - коллектор; 5 - уровень грунтовых вод до осушения; 6- уровень грунтовых вод после осушения; 7 – водоупор; 8 – вертикальная дрена

Контурный дренаж располагается в плане в соответствии с конфигурацией здания или сооружения. При наличии сложных контуров не следует строго им следовать, а необходимо стремиться к сокращению линии дренажного кольца. Однако если возникает необходимость осушения территории, состоящей из нескольких отдельных участков, то следует рассматривать варианты оконтуривания участков

как по отдельности, так и охвата в кольцо всей территории. Наилучший вариант выбирается исходя из технико-экономических показателей.

4.3. Систематические дренажные системы

Систематический (площадной) дренаж для осушения сельских населенных пунктов и дачных комплексов применяется тогда, когда однолинейные и контурные дренажные системы являются недостаточными в борьбе с подтоплением. Он может быть горизонтальным, вертикальным и комбинированным. Систематический дренаж располагают равномерно по всей площади осушения.

Горизонтальный дренаж (рис. 36) следует использовать

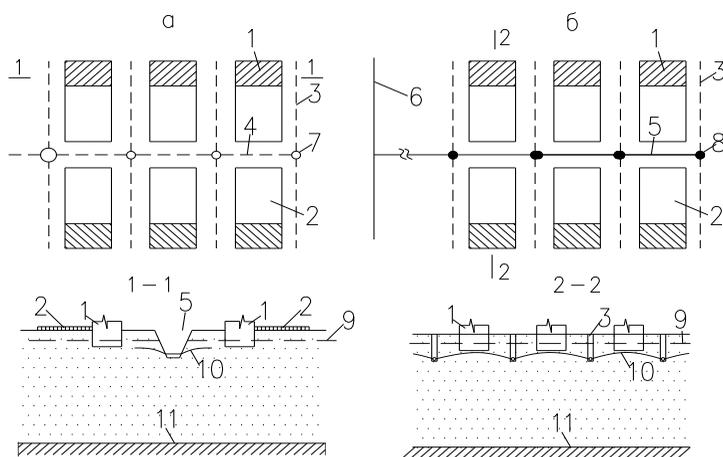


Рис. 36. Систематический горизонтальный дренаж

а - план (закрытая проводящая сеть); *б* - план (открытая проводящая сеть): 1 - осушаемое строение; 2 - осушаемый садово-огородный участок; 3 - дренаж; 4 - коллектор; 5 - от-

крытый коллектор; 6 - магистральный канал; 7 - смотровой колодец;

8 - устьевое сооружение; 9 - уровень грунтовых вод до осушения; 10 - уровень грунтовых вод после осушения;

11 – водоупор

при атмосферном и грунтовом питании, в случае близкого к поверхности земли залегания грунтовых вод, а также малой мощности водоносного слоя. Дрены проектируются параллельно друг другу, они сопрягаются с коллектором, который транспортирует дренажные воды в магистральный коллектор, а из него они сбрасываются в водоприемник.

При осушении дачных комплексов в отдельных случаях экономически более выгодно применять в качестве транспортирующей сети открытые каналы, особенно в тех случаях, когда осушаемая территория имеет малые уклоны в сторону водоприемника. Грунтовые воды поступают в дренажи, и их уровень понижается до нужных отметок.

При грунтово-напорном питании, а также грунтовом питании в случае значительных понижений грунтовых вод, следует предусматривать вертикальный систематический дренаж.

Осушителями в вертикальных дренажах являются трубчатые колодцы. При грунтово-напорном питании они проходят верхний слабопроницаемый слой и вскрывают водоносные горизонты, из которых и откачивается вода. Трубчатые колодцы располагают в плане относительно равномерно, и, как правило, объединяют в одну систему с транспортирующей сетью.

Комбинированный дренаж применяется при смешанном типе водного питания и сложных гидрогеологических условиях - когда сверху залегает слабопроницаемый слой грунта, подстилаемый мощным водоносным слоем, при этом необходимо дренировать оба этих горизонта.

Систематический дренаж в условиях сельских населенных пунктов и дачных комплексов следует применять, когда возникает необходимость общего осушения данных территорий. В связи с тем, что при осушении сельских населенных пунктов и дачных участков можно использовать открытые каналы, горизонтальный систематический дренаж находит широкое применение, в отличие от осушения городских и промышленных территорий.

В условиях городского и промышленного строительства систематический дренаж используется главным образом для общего осушения местности. При освоении под строительство новых территорий следует осуществлять прокладку горизонтальных дрен и коллекторов по возможности, в совмещенных траншеях.

4.4. Смешанные осушительные системы

Индивидуальная застройка в сельской местности может не предполагать общей осушительной системы. Поэтому вопрос осушения коттеджа, деревенского дома, дачи и расположенного рядом приусадебного участка решает каждый хозяин самостоятельно. В связи с этим, целесообразно рассмотреть схемы осушения отдельного участка при различных типах водного питания.

В том случае, если один ловчий (нагорный) канал не может понизить подземные воды на необходимую норму осушения, то дополнительно следует предусмотреть систематический дренаж (рис. 37).

Ловчие каналы и систематический дренаж применяют при грунтовом и грунтово-напорном питании, а нагорные каналы и систематический дренаж - при делювиальном питании. Следует отметить, что вместо систематического горизонтального дренажа в случае, при соответствующих гидрогеологических условиях, можно использовать верти-

кальный или комбинированный дренаж. Когда недостаточно сочетание ловчего (нагорного) канала и систематического дренажа

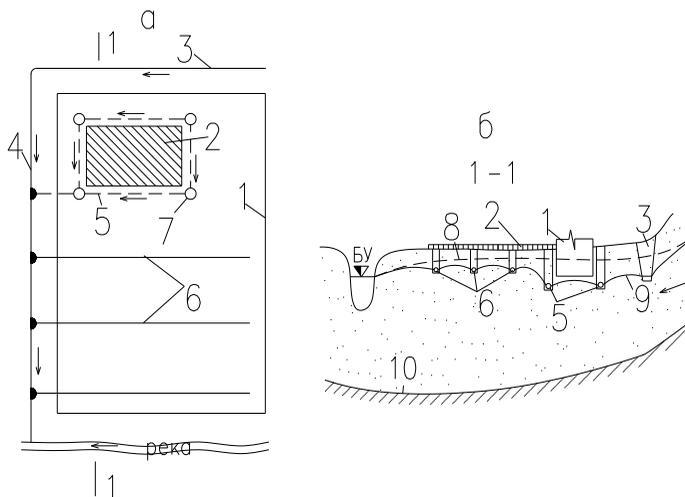


Рис. 37. Систематический дренаж в сочетании с ловчим каналом

а - план; б - вертикальный разрез: 1 - строение; 2 - граница приусадебного (коттеджного) участка; 3 - ловчий (нагорный) канал; 4 - сбросная часть канала; 5 - кольцевой дренаж; 6 - систематический дренаж; 8 - уровень грунтовых вод до осушения; 9 - тоже, после осушения; 10 - водоупор

для осушения жилого строения, то дополнительно необходимо использовать контурный дренаж. В данной схеме, иногда по гидрогеологическим условиям и технологии строительства, выгодней применять вместо ловчих каналов - головной дренаж (рис. 38).

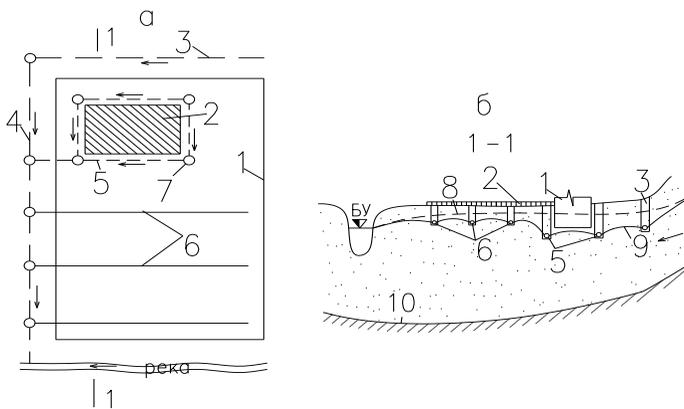


Рис. 38. Систематический дренаж в сочетании с головной дренажной и контурным дренажом

а - план; *б* - вертикальный разрез: 1 - жилое строение; 2 - граница дачного участка; 3 - головная дрена; 4 - сбросная часть; 5 - контурный дренаж; 6 - систематический дренаж; 7 - смотровой колодец; 8 - уровень подземных вод до осушения; 9 - уровень подземных вод после осушения; 10 - водоупор

При аллювиальном и грунтовом (подтип - фильтрация из рек и водохранилищ) типах водного питания для защиты от затопления и подтопления территории применяется польдерная система (рис. 39).

Польдерная система включает в себя дамбу обвалования, береговой и головной дренажи, а также при необходимости систематический и контурный дренажи. В некоторых случаях при осушении сельских населенных пунктов и дачных участков экономически более выгодно использовать открытую проводящую сеть вместо закрытой.

Расстояние между дренами систематического дренажа определяется расчетом. Глубина этого дренажа, используе-

мого для осушения приусадебных участков под сельскохозяйственные культуры, определяется нормой осушения данных культур.

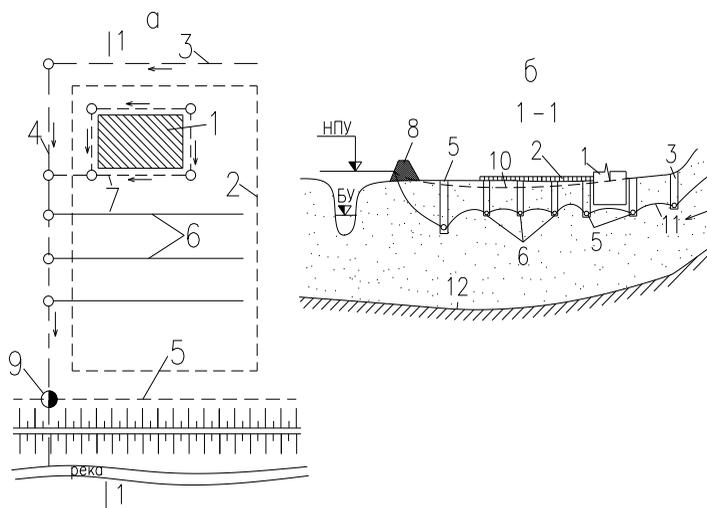


Рис. 39. Пolderная система в сочетании с контурным дренажом

а - план; б - вертикальный разрез: 1 - осушаемое строение; 2 - граница дачного участка; 3 - головной дренаж; 4 - сбросная часть; 5 - береговой дренаж; 6 - систематический дренаж; 7 - контурный дренаж; 8 - дамба обвалования; 9 - насосная станция; 10 - уровень подземных вод до осушения; 11 - уровень подземных вод после осушения; 12 - водоупор

4.5. Особенности дренирования коттеджных участков

Дренажная система может включать в себя площадной дренаж для осушения участка земли, а также пристенный, пластовый или кольцевой дренажи. Примерная схема дре-

нирования коттеджного участка и строения показана на рис. 38. Дренажи необходимо укладывать в осушенные грунты, поэтому в песчаных грунтах применяют строительное водопонижение иглофильтрами

Расположение в плане пристенного или кольцевого дренажа определяется конфигурацией строения. Глубину заложения дренажа принимают в зависимости от глубины заложения фундаментной плиты, но не менее глубины промерзания. Уклон дренажных труб должен составлять 0,03...0,003, а коллекторных – 0,03...0,002. В качестве дрен следует использовать пластмассовые трубы из ПВХ (поливинилхлорида) и ПЭ (полиэтиленовые). Трубы из ПВХ применяются при глубине их заложения от 2 м до 12 м, а из ПЭ – от 2 до 6 м; против заиливания дрен используется геотекстиль и кокосовое волокно. Геотекстиль применяется при осушении песчаных и супесчаных грунтов, а кокосовое волокно при осушении глинистых и торфяных грунтов. Конструкция дренажных труб представлена на рис. 10.

Трубы несовершенных дрен укладывают на дренажную обсыпку, а совершенных – на щебень, втрамбованный в грунт и слой песка.

Соединение дренажных труб осуществляется с помощью соединительных элементов: муфт, переходных патрубков, отверстий, тройников, угольников (рис. 12).

В табл. 3 приведена спецификация пластмассовых дренажных труб из ПВХ (поставляются в бухтах); трубы с отверстиями 2,5х2,5 мм применяют для отвода повышенного объема дренажных вод.

В настоящее время совместно с пластовым и пристенным дренажом укладывается дренажное полотно «Delta». Дренажное полотно предназначено для гидроизоляции пола и стен подземной части здания и одновременно может быть использовано в качестве пластового дренажа. В зависимости от проницаемости грунтов и назначения существует не-

сколько типовых вариантов дренажного полотна «Delta»: Delta – MS, Delta – Drain, Delta – Geo – Drain (табл. 4).

Таблица 3

Спецификация пластмассовых дренажных труб из ПВХ

Типоразмер D_i/D_y , мм	Длина трубки L, м	Площадь отверстий, $см^2/м$	Типоразмер D_i/D_y , мм	Длина трубки L, м	Площадь отверстий, $см^2/м$
С отверстиями 1,5x1,5 мм, в бухтах			С отверстиями 2,5x2,5 мм, в бухтах		
50/60	50	25,7	50/60	250	41,7
50/60	100	25,7	65/75	150	41,7
50/60	200	25,7	65/75	50	41,7
65/75	50	25,7	80/92	50	34,2
80/92	50	21,0	80/92	150	34,2
113/126	50	22,5	113/126	50	36,6
113/126	100	22,5	113/126	100	36,6
145/160	50	22,5	145/160	50	36,6
180/200	40	18,7	180/200	40	31,0

Таблица 4

Характеристики дренажного полотна

Наименование	Несущая способность, $кН/м^2$	Толщина, мм	Пропускная способность, л(с х м)	Ширина х длина полотна, мм
DELTA- MS (профилированное полотно)	>250	8,0	5,0	1,0 х 20; 2,0 х 20
DELTA- MS 20 (профилированное полотно)	150	20,0	10,0	2,4 х 20; 3,0 х 20
DELTA- DRAIN (профилированное полотно и фильтрующая мембрана – геотекстиль)	90	12,0	1,75	2,0 х 20 1,5 х 12,5; 2,0 х 12,5
DELTA- NP-DRAIN (профилированное полотно и фильтрующая мембрана – геотекстиль)	150	8,0	2,25	2,0 х 12,5
DELTA- GEO-DRAIN (профилированное полотно и фильтрующая мембрана – геотекстиль, скользящая мембрана - листовой ПЭ)	400	9,0	3,5	2,0 х 12,5
DELTA- GEO-DRAIN-TP (профилированное полотно и фильтрующая мембрана)	400	9,0	3,5	2,0 х 12,5

– геотекстиль) DELTA- PT (профилированное полотно, сетка из полиэфирных полос)	70	8,0	5,0	2,0 x 20
--	----	-----	-----	----------

На рис. 40 показана дренажная система и способ осушения внутренних стен и пола подвального помещения с использованием дренажного полотна Delta – MS и Delta – PT. На железобетонную плиту основания 5 укладывается песчано-цементный раствор для придания поверхности уклона.

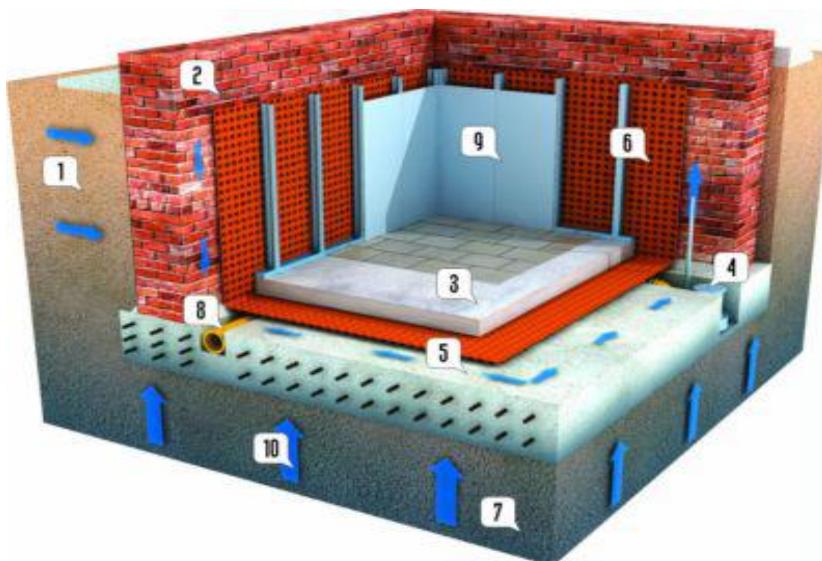


Рис. 40. Внутренний дренаж пола и стен подвала
 1 - пристенный грунт; 2 - кирпичная стена; 3 - стяжка;
 4-дренажный насос; 5 - фундаментная плита; 6 - внутренний дренаж;
 7 - грунтовое основание; 8 - дренажная труба; 9-гипсокартон; 10 - движение воды

После затвердения раствора на него укладывается дренажное полотно Delta-MS 6. По периметру стен подвального помещения в основании пола делается углубление, в которое укладывается дренажная труба 8. На дренажное полотно Delta-MS 6 наносится бетон с арматурной сеткой 3.

Поверхность бетонного пола покрывается специальной мастикой. На стены подвала 2 крепится дренажное полотно Delta PT 6, которое закрывается гипсокартоном.

Дренажная система работает следующим образом. Грунтовые воды, просачиваясь в подвальное помещение через стыки и микротрещины в фундаментной плите 5, попадают снизу в полость дренажного полотна 6. По полости вода стекает к дренажной трубе 8, а по ней в приямок, где дренажный насос 4 перекачивает воду в канализационную систему. Конденсат, образующийся на стенах подвала 2, стекает по внутренней полости дренажного полотна 6 в дренажную трубу 5.

На рис. 41 показана дренажная система для осушения и гидроизоляции наружной части подземных сооружений с использованием дренажного полотна Delta MS 4 и Delta GEO-Drain 5. Дренажное полотно Delta MS 4 укладывается на бетонную подготовку фундаментных плит и работает как пластовый дренаж. Дренажное полотно Delta GEO-Drain 5 крепится на стены подвала по всему периметру. При этом стены подвала предварительно покрывают гидроизоляционным материалом (торсил, вандекс ВВ-75). Ниже бетонной прокладки по всему периметру здания укладывается дренажная труба 8 с уклоном в сторону водоприёмного колодца. Дренажная труба 8 обсыпается гравием или гранитным щебнем 9, которым сверху перекрывается геотекстилем. В случае устройства дренажной системы в хорошо фильтрующих

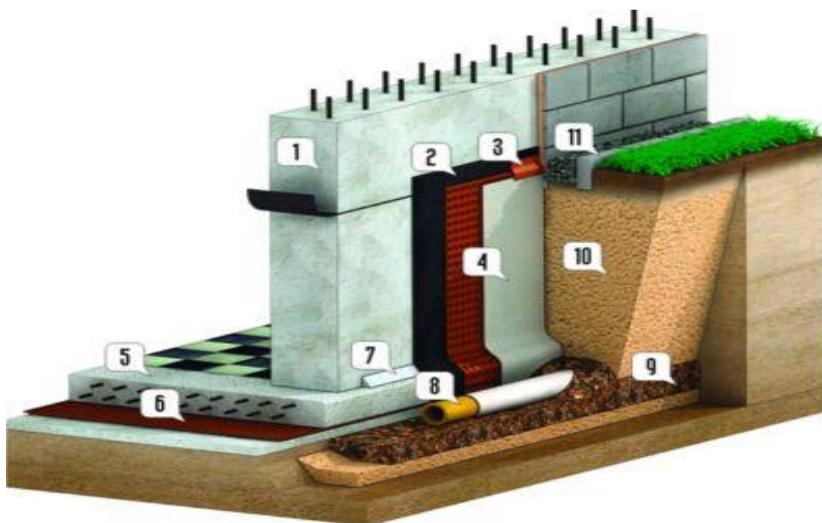


Рис. 41. Дренаж и наружная гидроизоляция

1 - железобетонная стена; 2 - гидроизоляция; 3 - крепежная планка; 4 - дренажное полотно; 5 - фундаментная плита; 6 -пластовый дренаж; 7 – галтель из цементно-песчаного раствора; 8 - дренажная труба; 9 - песчано-гравийная обсыпка; 10 – грунт обратной засыпки; 11 – отмостка

грунтах (песок, супесь) обратная засыпка в транше производится вынутым грунтом. При устройстве дренажной системы в слабопроницаемых грунтах (глины, суглинки) выполняется обратная засыпка песком или песчано-гравийной смесью.

Подземные воды попадают снизу в полость пластового дренажа 6, образовавшуюся при укладке дренажного полотна Delta MS, стекает по ней в дренажную трубу 8. Подземные воды, притекающие к стенам фундамента 1 с внешней стороны, попадают в полость между дренажным лотком и фильтрующей мембраной (геотекстиль) и стекают вниз, где перехватываются дреной 8 и по ней отводятся в водоприёмный колодец.

В местах поворота дренажных труб в плане устраиваются смотровые колодцы из ПВХ диаметром 315 и 425 мм. Колодец из ПВХ представляет собой гофрированную трубу со съёмным дном и крышкой. В местах сопряжения колодца с дренажными трубами делается отверстие необходимого диаметра с помощью специальной торцевой фрезы. В отверстие вставляется резиновое уплотнение, на внутреннюю поверхность которого наносится силиконовая смазка, после чего вставляется пластиковая муфта перехода, а в нём дренажная труба.

Водоприёмный колодец монтируется из сборных железобетонных колец диаметром 1,0 – 1,5м (рис. 42). Вода из водоприёмного колодца с помощью сбросного коллектора может отводиться в водоприёмник (реку, ручей, овраг и т.п.). Если отметка уровня воды в водоприёмнике выше, чем в водоприёмном колодце, то для перекачивания воды применяют дренажные насосы. Расчёт водоприёмного колодца заключается в определении диаметра железобетонных колец и глубины его заложения.



Рис. 42. Смотровой колодец из ПВХ

ливневой канализации (рис. 43). Параметры водоприемного колодца определяются расчетом, в зависимости от объема сброса дренажной воды.

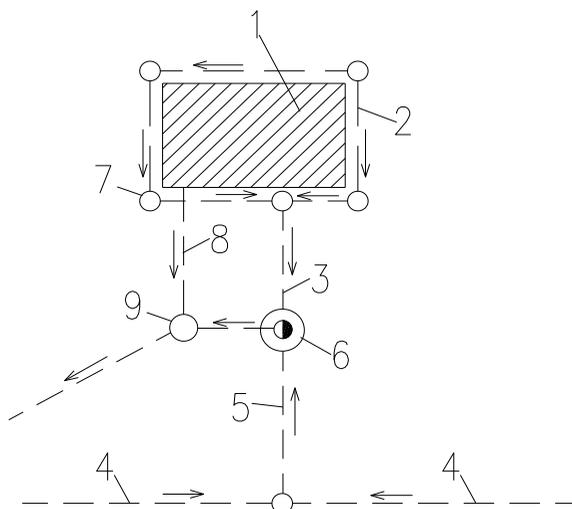


Рис. 43. Схема дренарования дачного участка с отводом дренажных вод в сеть ливневой канализации

а - план; *б* - вертикальный разрез: 1 - коттедж; 2 - контурный дренаж; 3 - сбросная часть дренажа; 4 -горизонтальный дренаж; 5 - коллектор; 6 - водоприемный колодец с насосом; 7 - смотровой колодец; 8 - сеть ливневой канализации; 9 - канализационный колодец

Подтопление коттеджа может возникнуть в период эксплуатации дачного участка. В период весеннего снеготаяния и ливневых осадков, в подвальное помещение начинает просачиваться вода. Кроме того, подтопление может произойти в результате незапланированных протечек водопроводной и канализационной сети, а дренажная система,

построенная одновременно со строительством коттеджа, в некоторых случаях не справляется с понижением подземных вод. Высокое стояние уровня воды в водоприемнике не позволяет провести реконструкцию дренажной системы. При этом перекладка ее потребует значительных финансовых затрат. Поэтому, следует рассмотреть вариант устройства внутреннего дренажа, который устранял бы просачивание воды в подвальное помещение. Дренажная система с устройством внутреннего дренажа показана на рис. 44.

Выбор схемы осушительной системы зависит от типа водного питания, метода осушения, существующей застройки, подземных коммуникаций и сооружений, а также технико-экономического сравнения различных вариантов для конкретных условий. Расположение дренажной сети в плане при дренировании земель поселений определяется типом дренажа и характером застройки.

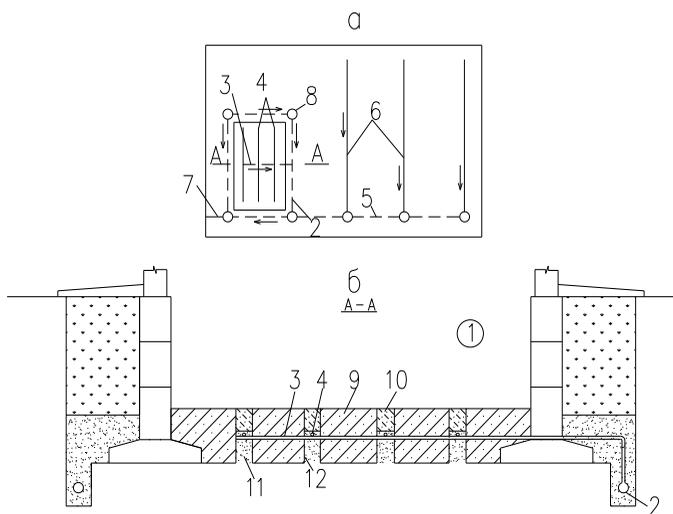


Рис. 44. Дренажная система с устройством внутреннего дренажа

a - план осушительной системы дачного участка; *b* - вертикальный разрез по линии А-1: 1 - коттедж; 2 - контурный дренаж; 3 - коллектор внутреннего дренажа; 4 - дренажные трубы внутреннего дренажа; 5 - коллектор систематического дренажа; 6 - систематический дренаж; 7 - сбросная часть коллектора; 8 - смотровой колодец; 9 - фундаментная плита; 10 - бетонная заделка верхней части ниши (прорези); 11 - песчано-гравийная засыпка нижней части ниши; 12 – гидроизоляция ниши

Вопросы для самопроверки

1. Назовите правила проектирования трассы магистрального канала в плане.
2. Какие условия определяют назначение створов магистрального канала?
3. Какие условия определяют расчетные периоды, как они назначаются?
4. От чего зависит выбор расчетной обеспеченности расходов?
5. Напишите формулы, по которым определяются модули стока и расчетные расходы.
6. Назовите правила сопряжения элементов осушительной сети в вертикальной плоскости.
7. Нарисуйте схемы расположения систематического дренажа в плане.
8. Нарисуйте схемы расположения контурного дренажа в плане.
9. В каких случаях применяется закрытая дренажная систематическая сеть?
10. В каких случаях применяется дренажная комбинированная сеть?
11. Что такое затопление земель поселений и чем оно вызывается?
12. Когда применяются затопляемые дамбы, а когда незатопляемые?

13. Нарисуйте конструкцию дамбы обвалования.
14. Приведите примеры мелиорации затапливаемых пойм.
15. Какие факторы вызывают подтопление земель поселений?
16. Какие инженерные сооружения применяются для защиты земель от подтопления?

5. РАСЧЕТ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

5.1. Расчет открытой осушительной сети

Расчет открытой осушительной сети заключается в определении параметров каналов, исходя из пропуска расчетного расхода и допустимых скоростей течения воды. Он проводится в том случае, если площадь водосбора составляет 500 или более гектаров. Для определения расчетных расходов выполняется гидрологический расчет.

Максимальные расходы поверхностных вод определяются гидрологическими расчетами в соответствии со СНиП 2.01.14-83.

Максимальные расходы воды по происхождению делятся на максимумы весеннего половодья и летне-осенние ливневые или дождевые максимумы. В качестве расчетного принимается наибольший расход.

Максимальный расход весеннего паводка определяется по формуле:

$$Q_{\text{в}} = \frac{K_o \cdot h_p \cdot \mu}{(A + A_1)^n} \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot A \quad , \quad (5)$$

где $Q_{\text{в}}$ - максимальный расход весеннего паводка расчетной обеспеченности, м³/с;

F - площадь водосбора до расчетного створа, км²;

F_1 - дополнительная площадь водосбора (лесная зона $F_1 = 1$; лесостепная $F_1 = 2$; степная, полупустынная $F_1 = 10$);

K_o - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, зависит от категории рельефа ($K_o = 0,006 \dots 0,008$);

h_p - расчетный слой суммарного стока вероятности превышения, определяемый в зависимости от коэффициента

вариации C_v , коэффициента асимметрии C_s , и от среднего многолетнего слоя весеннего стока;

μ - коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов;

δ - коэффициент, учитывающий влияние озер и водохранилищ на водосборе;

δ_1 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах;

δ_2 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах;

n - показатель степени редукции.

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков для водосборов с площадью менее 100 км² определяется по формуле:

$$Q_{\partial n} = q_{1\%} \cdot \varphi \cdot H_{1\%} \cdot \delta \cdot \lambda_p \cdot F \quad , \quad (6)$$

где $Q_{\partial n}$ - максимальный расход воды дождевых паводков расчетной обеспеченности, м³/с;

$q_{1\%}$ - максимальный модуль стока вероятности превышения $p = 1\%$, определяемый в зависимости от геоморфологической характеристики русла, продолжительности склонового добегания и района;

$H_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков (мм) вероятности превышения, определяемый по данным ближайших метеостанций;

φ - коэффициент стока, зависит от характера почв и грунтов водосбора, суточного слоя осадков, площади и уклона водосбора;

δ - коэффициент, учитывающий влияние озер на водосборе;

λ_p - переходный коэффициент от вероятности превышения $p=1\%$ к другой вероятности;
 F - площадь водосбора, км².

Бытовой расход определяется по формуле

$$Q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}} F, \quad (7)$$

где $Q_{\text{быт}}$ - бытовой расход, м³/с;
 $q_{\text{быт}}$ - модуль бытового расхода, равный 0,02...0,05 л/с га;
 F - площадь водосбора, км².

Гидравлический расчет следует выполнять по формуле Шези для условий равномерного движения воды в канале:

$$Q = w \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot I}, \quad (8)$$

где Q - расчетный расход воды в канале, м³/с;
 w - площадь живого сечения канала, м; $w = bh + mh^2$ (b -ширина канала по дну, h -глубина канала; m - заложение откосов);

R - гидравлический радиус, $R = w/\chi$ (χ - смоченный периметр,

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2})$$

C -коэффициент Шези, $C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$ (n - коэффициент шероховатости).

Особенность гидравлического расчета канала заключается в том, что в одном уравнении содержится два неизвестных (b, h), поэтому необходимо одной величиной задаться и определять другие. После определения параметров канала, следует определить наполнение канала ($h_{\text{быт}}$) при пропуске бытового расхода ($Q_{\text{быт}}$). Это необходимо для вертикального сопряжения каналов с водоприемником, между собой и с коллекторной сетью. Далее по формуле Шези

определяют скорость течения воды в канале при Q_p на размыв, и $Q_{\text{быт}}$ на заиление, после чего сравнивают результаты расчетов с допустимыми значениями (табл. 5)

Минимально допустимую скорость на заиление следует принимать не менее 0,2 м/с.

Таблица 5

Максимально допустимые скорости течения воды в канале

Тип грунта или крепления	Максимально допустимая скорость
Неукрепленные каналы в песках	0,5
То же в суглинках	1,0
То же в глинах	1,5
Каналы, укрепленные мощением	2,5
Каналы с бетонным креплением, лотки бетонные и железобетонные	6,0

5.2. Расчет закрытого горизонтального дренажа

Дренажные системы, используемые при осушении сельских населенных пунктов и дачных участков, в основном, рассчитываются на продолжительное время работы, поэтому для их расчета возможно использование уравнения установившегося движения подземных вод.

При расчете горизонтальных дренажей в расчетные формулы входит значение радиуса их действия, которое приближенно можно определить, при отсутствии инфильтрационного питания, по эмпирической формуле:

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{K} \quad , \quad (9)$$

где R - радиус действия дренажа, м;

S - понижение уровня подземных вод, от исходного положения, до уровня воды в дрене, м;

K - коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут.

В том случае, если имеет место равномерное инфильтрационное питание, радиус депрессионной воронки определяется подбором по формуле Керкиса Е.Е.:

$$R \sqrt{\lg R - \lg r_0 - 0,217} = 0,66 \sqrt{\frac{K}{P} S_0 (2H - S_0) - 0,5r_0^2} \quad , \quad (10)$$

P - величина инфильтрационного питания, м/сут, $P = (m \cdot n) / (1000 \cdot 365)$, где m - количество выпадающих в данном районе осадков; n - коэффициент инфильтрации ($n = 0,2 \dots 0,4$);

H - расстояние от подошвы дренируемого пласта до первоначального уровня подземных вод, м; $S = (H - T)$ - понижение уровня подземных вод в дрене, м;

T - расстояние от подошвы пласта до уровня воды в дрене, м.

Береговые и головные однолинейные дренажи применяются при осушении сельских населенных пунктов и дачных участков. Расчеты их аналогичны и проводятся по однотипным формулам. Фильтрационные расчеты на территориях, защищаемых от подтопления, включают в себя:

- прогноз положения уровня грунтовых вод на защищаемых территориях в целях установления целесообразности осуществления тех или иных защитных мероприятий;

- определение рационального типа и расположения дренажа, его заглубления, при которых обеспечивается требуемое понижение уровня грунтовых вод на защищаемой территории;

- определение расходов дренажных вод, подлежащих сбросу или перекачке.

Для расчета дебита однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа, при его работе в напорных условиях (рис. 45) можно использовать формулу Дюпюи-Кусакина:

$$Q_o = \frac{Km}{2}(2H_s - m)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad , \quad (11)$$

где Q_o - расход дренажных вод на 1 м ее длины;

H_s - понижение напора воды в дрене, м;

K - коэффициент фильтрации, м/сут;

m - мощность пласта, м;

R_1 - расстояние до области питания, м;

R_2 - расстояние до области естественного дренажа, м.

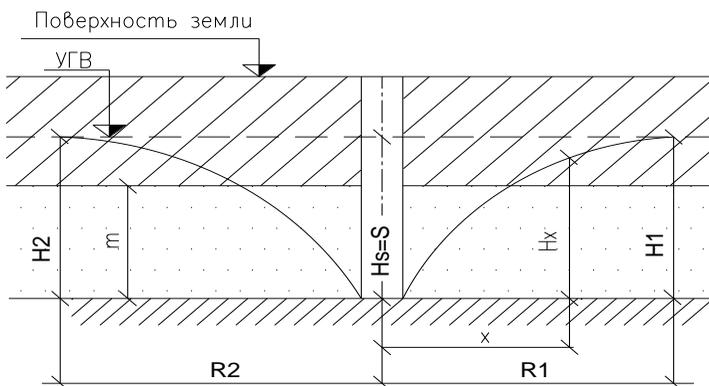


Рис. 45. Расчетная схема однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа с напорным питанием

При определении дебита однолинейных горизонтальных дрен несовершенного типа (рис. 46), следует использовать формулу Абрамова С.К.:

$$Q_0 = K \left[\frac{(2S - m_0)m_0}{2 \cdot R_1} + \frac{(2S - m_0)m_0}{2R_2} + \frac{\pi S}{\lg \frac{2T}{\pi d} + \frac{\pi R_1 R_2}{TL}} \right], \quad (12)$$

где m_0 - глубина вскрытия дреной водоносного пласта, равная $(m-T)$, м;

T - расстояние от подошвы пласта до дна дрены, м;

d - диаметр дрены или ширина дренажной траншеи, м.

$L = R_1 + R_2 + d$.

Для построения линии пьезометрического напора, направленного нормально к дрене, применима формула Аверьянова С.Ф.:

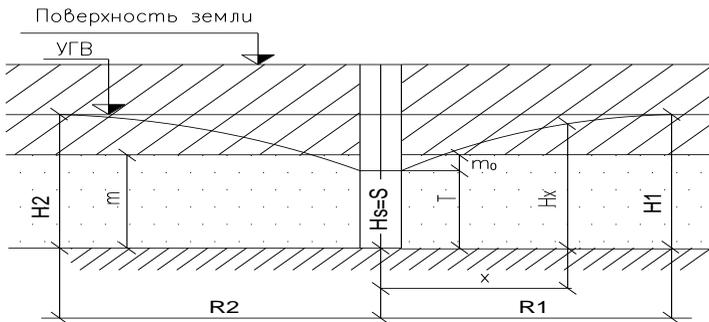


Рис. 46. Расчетная схема однолинейного горизонтального дренажа несовершенного типа с напорным питанием

В сторону области питания

$$H_x = S \left(1 - \frac{x}{R_1} \right) \alpha_1, \quad (13)$$

В сторону области естественного дренажа

$$H_x = S(1 - \frac{x}{R_2})\alpha_2, \quad (14)$$

где x - расстояние от дрены до искомой точки;

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{m}{R_1} A}; \quad \alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{m}{R_2} A}; \quad A = 1,47 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi(m_0 + d)}{2 \cdot m}}$$

Величины α_1 и α_2 при работе совершенных дрен равны единице и в формулах (9) и (10) опускаются.

Для расчета дебита однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа (рис. 47), при его работе в без напорных условиях используют формулу Дюпюи:

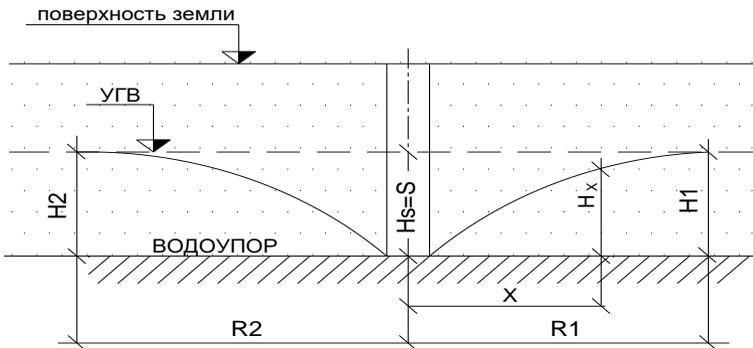


Рис. 47. Схема к расчету однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа без напорного питания

$$Q_o = \frac{K}{2} \left(\frac{H_1^2}{R_1} + \frac{H_2^2}{R_2} \right), \quad (15)$$

где H_1 - напор на границе области питания;

H_2 - напор на границе области естественного дренажа;
 H_s - мощность водоносного пласта в месте расположения дрены.

Дебит несовершенных дрен (рис. 48) определяется по формуле Романова А.В.:

$$Q_o = \frac{K}{2} \left[\frac{h_1^2}{R_1} + \frac{h_2^2}{R_2} + \frac{2\pi(H_s - T)}{\lg \frac{T}{\pi r_c} + \frac{\pi R_1 R_2}{TL}} \right], \quad (16)$$

где $H_s = \sqrt{\frac{R_2}{L} (H_1^2 - H_2^2) + H_2^2}$; $h = H_1 - T$; $h_2 = H_2 - T$;
 $L = R_1 + R_2$

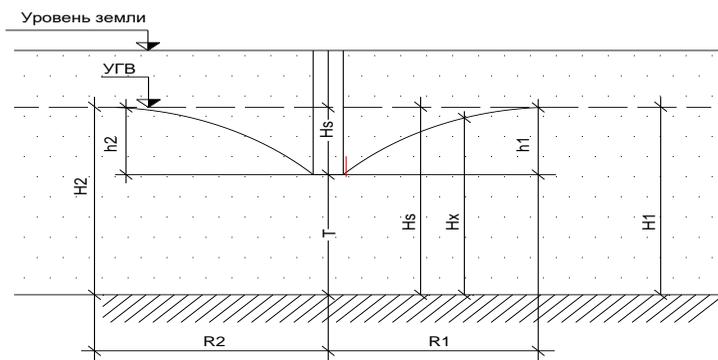


Рис. 48. Схема к расчету однолинейного горизонтального дренажа несовершенного типа без напорного питания

Для построения кривой депрессии, направленной перпендикулярно к совершенной дрене (рис. 49), применяют следующие формулы:

В сторону области питания

$$H_x = \sqrt{\frac{X}{R_1} H_1^2}, \quad (17)$$

В сторону области естественного дренажа

$$H_x = \sqrt{\frac{X}{R_2} H_2^2}, \quad (18)$$

где X - расстояние от дрены до искомой точки.

Для построения кривой депрессии по линии, направленной к дрене несовершенного типа (рис. 49) применяют формулу Романова А.В.:

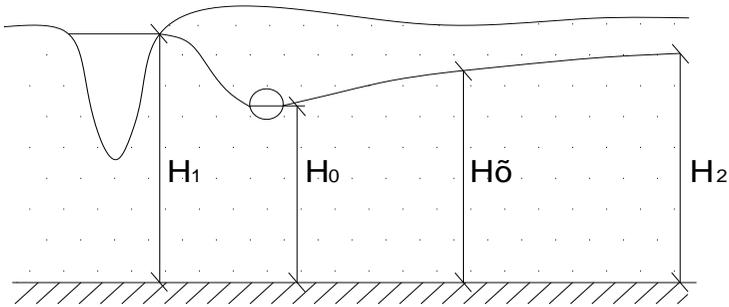


Рис. 49. Расчетная схема берегового дренажа

$$H_x = \frac{Q_o}{\pi K} \lg \left| 1 - e^{\frac{-\pi(X-X_o)}{T_o}} \right| + \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{L} \right) (H_1 - H_2) + H_2 - \frac{Q_o R_1}{KT_o} \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{L} \right), \quad (19)$$

где H_x - глубина потока грунтовых вод при работе дренажа на расстоянии X от средней линии OY , проходящей на половине расстояния от границ потока $L/2$;

X - расстояние искомой точки депрессионной кривой до средней линии OY , при этом к области питания X будет иметь отрицательное значение, а к области естественного дренажа – положительное;

X_o - расстояние от средней линии OY до дрены;

$$T_o = T + \frac{h_1 + h_2}{2}; \quad h_1 = H_1 - T; \quad h_2 = H_2 - T;$$

H_1 - уровень грунтовых вод в области питания, считая от водоупора;

H_2 - то же в области естественного дренажа;

T – превышение несовершенной дрены над водоупором.

В практике проектирования наиболее часто встречается следующий случай расположения берегового дренажа по отношению к границам областей питания и естественного дренирования подземных вод. Осушаемая территория расположена вблизи области естественного дренажа подземных вод, а со стороны водораздела к ней направляется безнапорный поток грунтовых вод, рис. 49. Для этой расчетной схемы расход несовершенной дрены может быть рассчитан по формуле Аверьянова С.Ф. с поправкой на дополнительное инфильтрационное питание:

$$Q_o = \frac{2\alpha_1}{(1 + \alpha_1)} (Q_1 + \frac{KT_1(H - H_o)}{R} + Q_p), \quad (20)$$

Геометрию и инфильтрационную неоднородность русла водоема можно учесть введением в расчет обобщенного гидрогеологического параметра русла водоема характеризующего его фильтрационное сопротивление, и определяемого по формуле Шестакова В.М. При двухслойном сложении русла водоема величина определяется следующим образом:

$$\Delta R = \sqrt{\frac{m_1 m_2 K_2}{K_1}}, \quad (21)$$

где m_1 ; K_1 - мощность (м) и коэффициент фильтрации (м/сут) первого слоя соответственно; m_2 ; K_2 - тоже для второго слоя.

Таким образом, в формулу (17) вместо величины R вводится значение $R = R + \Delta R$, где R - расстояние от уреза воды в водоеме до дрены.

Положение депрессионной кривой от дрены в сторону водораздела определяется по формуле Аверьянова С.Ф.:

$$H_x = H_o + \frac{(1 - \alpha_1)}{(1 + \alpha_1)} (H - H_o) + \frac{(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_x}) Q_1 X}{(1 + \alpha_1) K T_2}, \quad (22)$$

где Q_1 - расход безнапорного потока со стороны водораздела, м/сут, т.е. на 1 м длины дрены;

Q_p - расход воды, поступающей в дрену за счет инфильтрационного питания, м/сут;

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{H_o}{R} A}; \alpha_x = \frac{1}{1 + \frac{H_o}{X} A}; A = 1,47 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2H_o}}$$

K - коэффициент фильтрации дренируемой толщи, м/сут;

H – напор воды на контуре водоема, м;

H_o - превышение уровня воды в дрене над подошвой водопора, м;

d - диаметр дрены, м;

X – расстояние от дрены до расчетного сечения, м;

$T_1 = \frac{H + H_o}{2}$ - средняя мощность потока на участке от

дрены до водоема;

H_x - искомая величина напора над водопором в любой точке на расстоянии X от дрены, м.

В формуле (23) не учтено влияние на положение депрессионной кривой инфильтрации в грунт атмосферных осадков и хозяйственно-бытовых вод. Это влияние может быть учтено по уравнениям Голованова А.И.:

$$H'_x = H_x + \Delta H_p, \quad (23)$$

$$\Delta H_p = \frac{PBX}{KT} - \frac{PX^2}{2KT}, \quad (24)$$

где H'_x - ордината депрессионной кривой с учетом инфильтрации на расстоянии X от дрены;

P - величина инфильтрации, м/сут;

K - коэффициент фильтрации, м/сут;

B – расстояние от дрены до границы области питания, м;

T – средняя на этой длине мощность фильтрационного потока.

Кольцевые (контурные) дренажи могут располагаться в плане различным образом, в зависимости от конкретного случая. Для всех случаев планового расположения таких дренажей не существует универсальных аналитических формул для фильтрационных расчетов. Поэтому при прове-

дении расчетов дренажей используются некоторые упрощения – площадь в пределах контуров сложных очертаний приводится к равновеликому кругу по формуле:

$$r_o = \sqrt{\frac{F}{\pi}} ; \quad (25)$$

где r_o – радиус равновеликого круга;
 F - площадь дренируемой территории.

Расчеты контурных горизонтальных дренажей проводят в следующем порядке: приводят реальный контур дренажа к равновеликому кругу и определяют радиус этого круга, определяют радиус действия дренажа, определяют расход дренажа и величину понижения уровня грунтовых вод в центре дренажа. В случае необходимости рассчитывают кривые депрессии в зоне действия дренажа.

При расчете контурного дренажа (рис. 50) в расчетные формулы входит значение радиуса его действия, которое определяется по формулам (9) и (10).

Для случая контурного горизонтального дренажа совершенного типа, работающего в безнапорном пласте при установившемся режиме фильтрации, приток воды в дренаж с внешней стороны контура определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi K (2H - S_o) S_o}{\lg \frac{R}{r_o}} ; \quad (26)$$

где Q - расход дренажа.

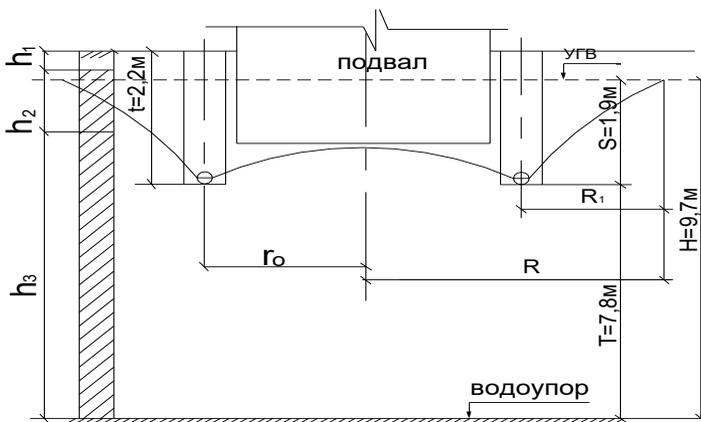


Рис. 50. Схема к расчету контурного дренажа

Депрессионная кривая внутри защищаемого контура при отсутствии инфильтрации через некоторое время устанавливается почти на уровне воды в дрене.

При наличии инфильтрационного питания превышение депрессионной кривой в центре защищаемого контура находится по формуле:

$$h_c = \frac{Pr_o^2}{4KH}; \quad (27)$$

Приток воды к дренажу из внутренней зоны при установившемся режиме фильтрации находится по выражению:

$$Q = P F; \quad (28)$$

где F - площадь дренируемой территории.

Для защиты от подтопления сооружений в центре дренажного контура должно соблюдаться следующее условие:

$$S_o - (h_c + h_k) > h_n , \quad (29)$$

где h_n - глубина подземной части защищаемого сооружения, считая от непониженного уровня грунтовых вод;
 h_k - максимальная высота капиллярного поднятия воды в грунте.

Расчет пристенного дренажа (рис. 51) заключается в определении притока воды к дренажу и в построении депрессионной кривой в сторону от дренажа. Приток воды к пристенному дренажу при его работе в безнапорных условиях и в установившемся режиме может быть определен по формуле (6). Депрессионная кривая в сторону от дренажа может быть построена по формуле:

$$H_x = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi K} \lg \frac{X}{R}} ; \quad (30)$$

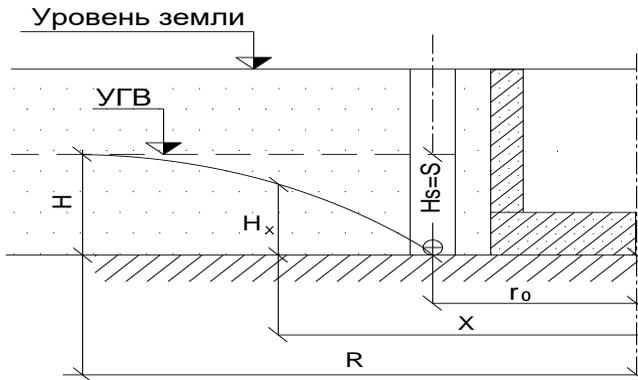


Рис. 51. Схема к расчету пристенного дренажа

Приток воды к пластовому дренажу при его работе в безнапорных условиях и в установившемся режиме рассчитывается по формуле Абрамова С.К.:

$$Q = \pi K S_o \left[\frac{S_o}{\lg \frac{R}{r_o}} + \frac{2r_o}{2 \operatorname{Arc} \sin \frac{r_o}{m + \sqrt{m^2 + r_o^2}}} + 0,515 \frac{r_o}{m} \lg \frac{R}{4m} \right]; \quad (31)$$

где r_o - приведенный радиус контура сооружения, защищаемого пластовым дренажем.

Депрессионная кривая в сторону от дренажа строится по уравнению:

$$H_x = m + S_o \sqrt{1 - \frac{\ln \frac{R}{X}}{\ln \frac{R}{r_o}}}, \quad (32)$$

где H_x - пониженный уровень грунтовых вод на расстоянии X от центра дренажа.

Расчет систематического дренажа предполагает определение расстояний между дренами и подсчет притока воды к дренам. При заложении дрен на водоупоре (рис. 52) расстояние между дренами определяется по формуле Кене-Брудастова:

$$B = 2 \sqrt{\frac{K}{P} (h^2 - h_o^2)}, \quad (33)$$

где B - расстояние между дренами; K - коэффициент фильтрации;

P - средняя интенсивность инфильтрационного питания;

h - глубина от водоупора до поверхности грунтовых вод;

h_o - превышение уровня воды в дрене над водоупором.

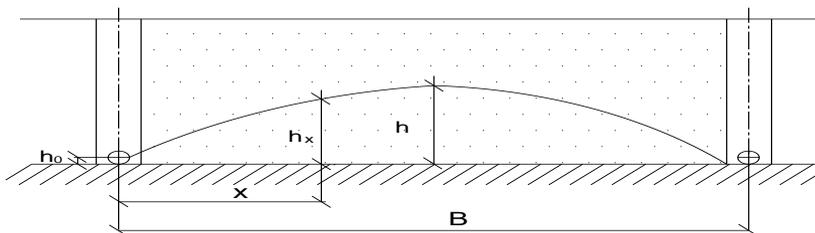


Рис. 52. Схема к расчету расстояний между дренами со-
вершенного дренажа

При глубоком залегании водоупора (рис. 53) ($B/T < 3$, где T – расстояние от уровня воды в дрене до водоупора) расстояние между дренами определяется по формуле Костякова А.Н.:

$$B = \frac{\pi KH}{P \left(\ln \frac{B}{d} - 1 \right)}, \quad (34)$$

где H – напор воды;

d - диаметр дрены.

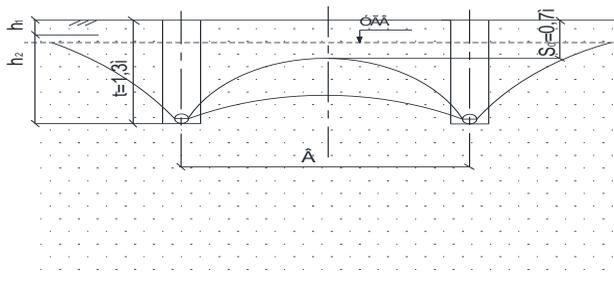


Рис. 53. Схема к расчету расстояний между дренами при
глубоком заложении дренажа

При неглубоком залегании водоупора, то есть $B/T > 3$ (рис. 54) расстояние между дренами определяется по формуле Аверьянова С.Ф.:

$$B = 2H_d \sqrt{\frac{K}{q} \left(1 + \frac{2T}{H_d}\right) \alpha}, \quad (35)$$

где α - коэффициент висячести;

H_d - действующий напор, равный $0,5(H_n + H_k)$;

H_n - начальный напор;

H_k - напор в конце расчетного периода;

q - среднесуточный приток воды к дренам за расчетный период;

T - расстояние от дрены до водоупора.

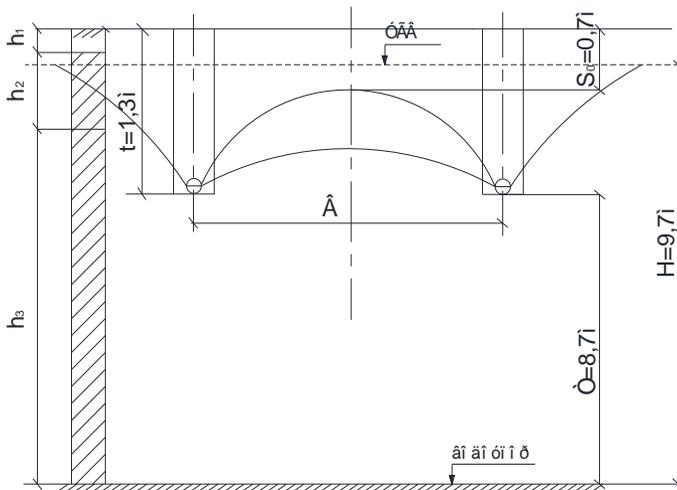


Рис. 54. Схема к расчету расстояний между дренами при неглубоком залегании водоупора

5.3. Расчет вертикального дренажа

Однолинейный вертикальный дренаж

В условиях сельских населенных пунктов и дачных участков однолинейные вертикальные дрены применяются в качестве береговых или головных. Расчеты однолинейных дренажей заключаются в определении расхода дрены, выбора расположения дрены, построении депрессионной кривой на осушаемом участке, установлении времени, требуемого для формирования заданных депрессионных кривых.

Расчеты вертикальных дрен однотипны, в них могут быть использованы следующие формулы.

В напорных условиях расход (дебит) совершенных вертикальных дрен (рис. 55) определяется по формуле Романова А.В.:

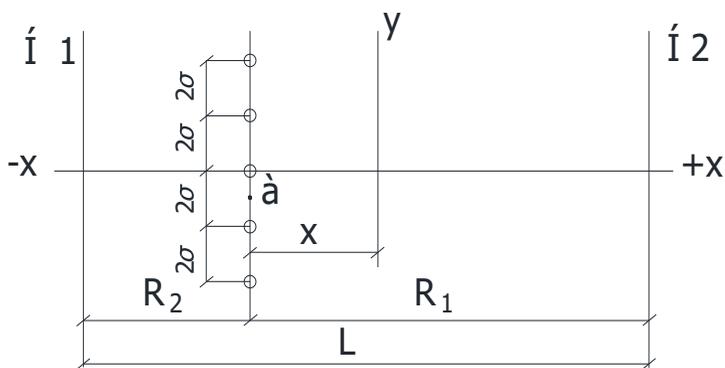


Рис. 55. Расчетная схема однолинейного вертикального дренажа при заданных напорах на границах

$$Q_o = \frac{2\pi K m S}{\ln \frac{\sigma}{\pi r_c} + \frac{\pi R_1 R_2}{\sigma L}}, \quad (36)$$

где Q_o - дебит каждой из дрен;
 K - коэффициент фильтрации водоносного пласта;
 m - мощность водоносного пласта;
 S - понижение напора воды в дрена ;
 σ - половина расстояний между дренами в ряду;
 r_c - радиус дрен;
 R_1 - расстояние от ряда дрен до области питания;
 R_2 - то же, до области естественного дренажа;
 $L = R_1 + R_2$ - расстояние между областями питания и естественного дренажа.

Дебит несовершенных вертикальных дрен ряда можно определить по формуле Чарного И.А.

$$Q = \frac{2\pi K m S}{N + \xi_o}, \quad (37)$$

где $N = \ln \frac{\sigma}{\pi m} + \frac{\pi R_1 R_2}{\sigma L}$, (по Абрамову С.К.)

$$\xi_o = \frac{m}{2l} \left[2 \ln \frac{4m}{r_c} - f\left(\frac{l}{m}\right) \right] - 1,38, \quad (\text{по Маскету М.});$$

где l - длина водопроницаемой части скважины;

$f\left(\frac{l}{m}\right)$ - функция, значения которой находится по графику (рис. 56).

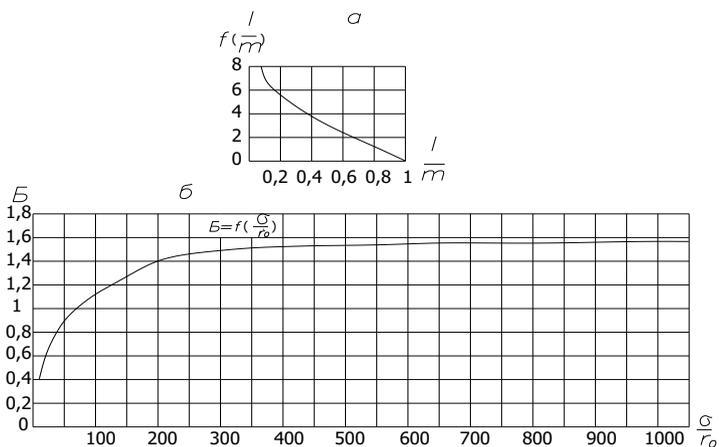


Рис. 56. Графики для определения функции $f\left(\frac{l}{m}\right)$ и Б

Для расчета отметок и построения пьезометрической депрессионной кривой по линии, направленной нормально к линейному ряду дрен и проходящую через каждую из дрен, можно использовать формулу Аверьянова С.Ф.:

$$H_x = H_s - \left[S \left(1 - \frac{X}{R} \right) \beta \alpha \right], \quad (38)$$

где H_x - напор пониженного пьезометрического уровня подземных вод на расстоянии X от линии, проходящей посередине между областями питания на расстоянии X от ряда дрен;

H_s - непониженный уровень подземных вод в месте расположения ряда дрен;

β - коэффициент, значения которого могут быть посчитаны по следующим формулам:

В сторону области питания:

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot \sigma}{R_1} B}$$

В сторону области естественного дренажа

$$\beta_2 = \frac{1}{1 + \frac{2\sigma}{R_2} B}$$

$$B = 0,73 \ln \frac{\sigma}{\pi c} \quad (\text{определяется по графику, рис. 58})$$

α - коэффициент несовершенства дрен, значения которого могут быть подсчитаны:

в сторону области питания:

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{m}{R_1} A}$$

в сторону естественного дренажа:

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{m}{R_2} A}$$

где $A = 1,47 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi(l+d)}{2m}}$; (определяется по графику рис.

58)

d - диаметр дрен.

Для определения сниженного напора посередине между дренами ряда (точка a на рис. 57) используется формула Аверьянова С.Ф.

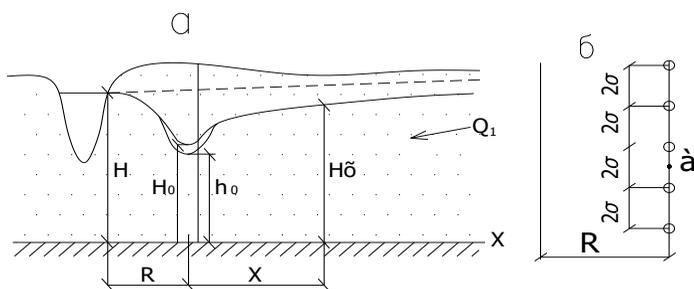


Рис. 57. Расчетная схема однолинейного вертикального дренажа при заданном расходе со стороны области питания

$$H_a = H_s - S(1 - 0,22 \frac{2\sigma}{R})\beta\alpha, \quad (39)$$

$$\text{где } R = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

При определении дебита совершенных вертикальных дрен ряда (рис. 58) в безнапорных условиях используют формулу Романова А.В.:

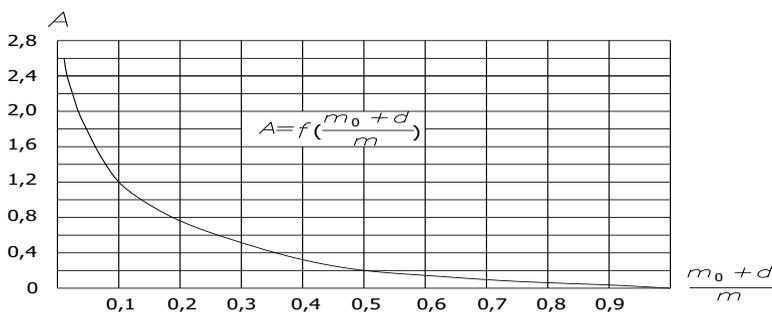


Рис. 58. График для определения величины А

$$Q_o = \frac{\pi K (2H_s - S) S}{\ln \frac{\sigma}{\pi r_c} + \frac{\pi R_1 R_2}{\sigma L}}, \quad (40)$$

При определении дебита несовершенных дрен (рис. 59) используют формулу Абрамова С.К.:

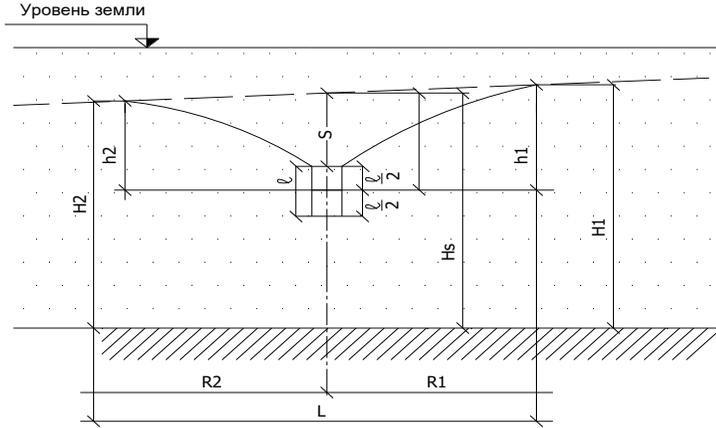


Рис. 59. Схема к расчету однолинейного дренажа несовершенного типа

$$Q_o = \pi K S \left[\frac{2h_{cp} - S}{\ln \frac{\sigma}{\pi r_c} + \frac{\pi R_1 R_2}{\sigma L}} + \frac{2T\beta}{(1 + \beta)N} \right], \quad (41)$$

где $h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + h_s}{3}$; $h_1 = H_s - T$; $h_2 = H_2 - T$;

$$h_s = S + \frac{l}{2}; \quad T = H_s - h_s; \quad \beta = \frac{N}{\xi_o};$$

$$N = \ln \frac{\sigma}{\pi T} + \frac{\pi R_1 R_2}{\sigma L};$$

$$\xi_o = \frac{T}{l} \left[2 \ln \frac{4T}{r_c} - f\left(\frac{l}{2T}\right) \right] - 1,38$$

где $f\left(\frac{l}{2 \cdot T}\right)$ - функция, значения которой могут быть определены по графику на рис.56.

Для построения депрессионной кривой по линии, направленной перпендикулярно к линейному ряду и проходящей через каждую из дрен, используют формулу Романова А.В.:

$$H_x = \sqrt{\frac{Q_o}{\pi k} \ln \left| 1 - e^{\frac{-\pi(X-X_o)}{\sigma}} \right|} + \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{\alpha}\right)(H_1^2 - H_2^2) + H_2^2 - \frac{Q_o R_1}{k\sigma} \left(\frac{1}{2} - \frac{X}{\alpha}\right), \quad (42)$$

Или формулу Аверьянова С.Ф.:

$$H_x = H_s - \left[S \left(1 - \frac{X}{R}\right) \alpha \beta \right], \quad (43)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{1}{1 + 1,471 \lg \frac{1}{\frac{\pi l}{2T}}}; \beta = \frac{1}{1 + \frac{2\sigma}{R} B};$$

T - определяется следующим образом: в сторону области питания $T = \frac{H_1 + h_o}{2}$, в сторону области естественного дренажа $T = \frac{H_2 + h_o}{2}$;

h_0 - высота столба воды в дренах ряда, считая от подошвы пласта.

Для определения величины пониженного уровня грунтовых вод посередине между дренами используют формулу Аверьянова С.Ф.:

$$H_a = H_s - \left[S(1 - 0,22 \frac{2\sigma}{R})\alpha\beta \right], \quad (44)$$

где $R = \frac{R_1 + R_2}{2}$.

Определение дебита совершенных береговых дрен (рис. 58) выполняется по формуле Аверьянова С.Ф.:

$$Q_0 = \frac{2\beta}{(1 + \beta)} \left(Q_1 + \frac{2\sigma k T_1 (H - H_0)}{R} \right), \quad (45)$$

Для построения депрессионных кривых в сторону области питания по линии, проходящей через совершенные дренаы ряда, используют формулу Аверьянова С.Ф.:

$$H_x = H_0 + \frac{(1 - \beta_1)}{(1 + \beta_1)} (H - H_0) + \frac{(1 + \frac{\beta_1}{\alpha_x}) Q_1 X}{(1 + \beta_1) 2\sigma k T_2}, \quad (46)$$

Понижение уровня подземных вод посередине между совершенными дренами (рис.58) определяют по формуле Аверьянова С.Ф.:

$$H_a = h_0 + \frac{Q_0}{4kT} (0,44 + B); \quad (47)$$

где Q - расход подземных вод, притекающих из области питания на полосе шириной, равной 2σ ;

H - напор воды над подошвой пласта в области естественного дренажа;

h_0 - напор воды над подошвой пласта в дренах ряда;

R - расстояние от ряда дрен до области естественного дренажа;

H_x - пониженный напор над подошвой пласта в любой заданной точке, находящейся на расстоянии x от ряда дрен в сторону области питания.

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{2\sigma}{R} B}; \beta_x = \frac{1}{1 + \frac{2\sigma}{X} B}; B = 1,471g \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2Ho}};$$

$$T_1 = \frac{H + Ho}{2}; T_1 = \frac{H_x + Ho}{2} \quad (T_2 \approx h_0)$$

Влияние несовершенства дрен можно приближенно учесть введением коэффициента α .

Расчет контурного (кольцевого) дренажа. Для определения дебита совершенных дрен, расположенных по кругу (рис. 60), в безнапорных условиях используют формулу Щелкачева В.Н., преобразованную Абрамовым С.К.:

$$Q_o = \frac{\pi K(2H - S)S}{\ln\left(\frac{R^n}{nr_0^{n-1}r_c}\right)}, \quad (48)$$

где H – мощность безнапорного водоносного пласта;

Q_o - дебит каждой из взаимодействующих дрен группы;

R - радиус кривой депрессии, образующейся при работе группы дрен;

n - число дрен в группе;

r_c - радиус дрен;

r_0 - радиус равновеликого круга, к которому приводится реальный контур групп дрен.

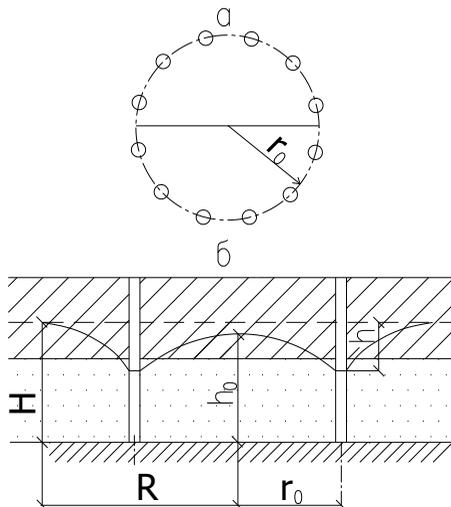


Рис. 60. Расчетная схема кольцевого вертикального дренажа совершенного типа в безнапорных условиях работы

а – план; б - разрез.

Для расчета дебита несовершенных дрен, расположенных по кругу, используют формулу Абрамова С.К.:

$$Q_0 = \pi K S \left[\frac{2h - S}{\ln\left(\frac{R^n}{nr_0^{n-1}r_c}\right)} + \frac{2T\beta}{(1 + \beta)N} \right], \quad (49)$$

где $h=S+l/2$

l - высота столба воды в несовершенных дренах;

$T=H-h$; $\beta= N/\zeta$;

$$N = \ln \frac{R^n}{nr_0^{n-1}T};$$

$$\zeta = \frac{T}{l} \left[2 \ln \frac{4T}{r_c} - f\left(\frac{l}{2T}\right) \right] - 1,38 ;$$

где $f(l/2T)$ - определяют по графику, при замене $l/2T$ значением l/m .

Для построения депрессионных кривых по различным направлениям используют формулу Форхгеймера Ф.:

$$H_x = \sqrt{H^2 - \frac{nQ_0}{\pi k} \left[\ln R - \frac{1}{n} \ln(x_1 x_2 x_3 \dots x_n) \right]}, \quad (50)$$

Приближенное значение сниженного уровня в центре контура может быть рассчитано по формуле большого колодца:

$$h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{nQ_0 \ln \frac{R}{r_0}}{\pi k}}, \quad (51)$$

Расчет систематического вертикального дренажа, расположенного по сетке с шагом (рис.61) при стационарной фильтрации, может быть выполнен по методу Шестакова В.М.:

$$Q_c = 2\sigma \frac{T \left(\frac{H_0 - H_c}{l} \right) + \frac{Wl}{2} + ql}{0,5 + 2L_k}, \quad (52)$$

где T – проводимость водоносного пласта;

H_0 - напор на нижней границе;

H_c - напор в скважине;

σ - расстояние между скважинами в ряду;

W - интенсивность инфильтрационного питания;

l - расстояние до границы;

q - естественный приток;

L_k - безразмерное фильтрационное сопротивление контура скважин.

$$\bar{L}_k = \frac{L_k}{l} ; \quad L_k = \sigma f_{kc} ; \quad f_{kc} = 0,36 \lg \frac{\sigma}{\pi d_c'} ,$$

$$d_c' = d_c e^{-\zeta_k} ; \quad \zeta_k = \zeta + \zeta_{hk} ; \quad \zeta = \frac{1 - \bar{l}}{\bar{l}} \left(\ln \frac{2l_f}{d_c} + \varepsilon \right) ;$$

$$\bar{l} = \frac{l_f}{m} ; \quad \zeta_{hk} = -2 \frac{1 - 0,95^3 \sqrt{\bar{\sigma}}}{\bar{\sigma}} \ln \left(\sin \frac{\pi \bar{l}}{2} \right) ; \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{m}$$

Параметр определяется по следующим данным (табл.6):

Таблица 6

\bar{l}	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
ε	0,39	0,22	0,08	-0,13	-0,32	-0,065	-1,1

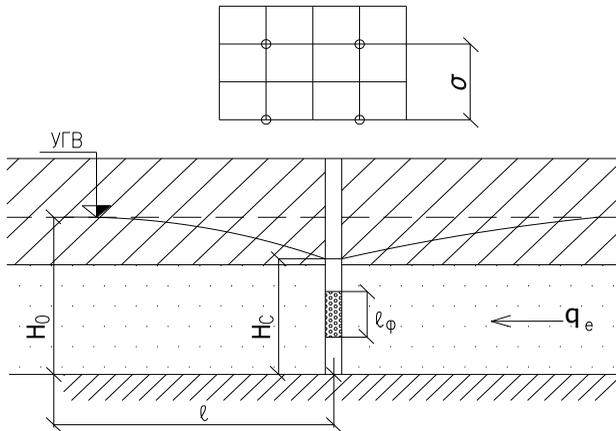


Рис. 61. Схема к расчету систематического дренажа, расположенного на сетке с шагом, при стационарной фильтрации

при $\bar{\sigma} \leq 1$ определяется по зависимости, а при $\bar{\sigma} > 1$, $\zeta_{hk} \approx 0$.

Для определения расстояний между дренами (рис. 62), при заданных понижениях уровня грунтовых вод рекомендуется следующая зависимость:

$$H_R = H_C + \frac{WR_K}{2T} \left(\ln \frac{R_K}{r_c} - 0,5 \right), \quad (53)$$

$$R_K = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} \approx 0,56\sigma ; \quad h - H = \frac{W}{k} ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{Q}{W}} ,$$

где R_K - радиус зоны влияния скважины;

H_K, H_C - напоры на границе зоны влияния скважины и в скважине;

T - проводимость пласта;

σ - шаг скважины по сетке;

k - коэффициент фильтрации покровного слоя;

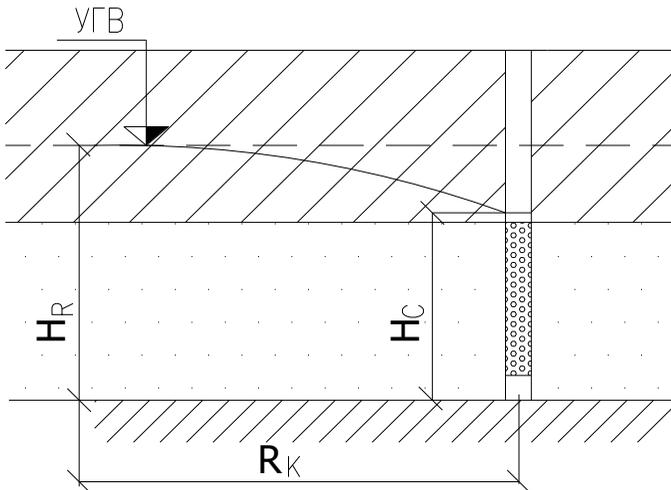


Рис. 62. Схема к расчету расстояний между дренами

Вопросы для самопроверки

1. Назовите диапазон уклонов дна открытых осушительных каналов.
2. В чем особенность гидравлического расчета открытых каналов?
3. Поясните - что такое дебит вертикального дренажа?
4. Напишите формулу для расчета дебита линейного горизонтального дренажа совершенного типа при его работе в безнапорных условиях.
5. Напишите формулу для расчета дебита кольцевого дренажа совершенного типа при его работе в безнапорных условиях.
6. Напишите формулу для расчета дебита кольцевого дренажа совершенного типа при его работе в напорных условиях.
7. Напишите формулу для определения величины пониженного уровня грунтовых вод посередине между дренами.
8. Напишите формулу для определения для определения расстояний между вертикальными дренами.
9. Дайте расчетную схему кольцевого вертикального дренажа совершенного типа в безнапорных условиях работы.
10. Дайте расчетную схему к расчету однолинейного дренажа несовершенного типа.
11. Что такое пьезометрическая депрессионная кривая?
12. Поясните - что такое напорное питание и как возникает напор?

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ОСУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПОСЕЛЕНИЙ

Данный раздел включает выполнение курсового проекта "Осушение земель коттеджного поселка». Целью выполнения курсового проекта является ознакомление студентов с литературой и получение навыков проектирования осушительных систем земель поселений.

Основными задачами курсового проекта являются:

1. Анализ природно-климатических условий и установление причины подтопления объекта.
2. Установление метода осушения и проектирование осушительной сети в плане.
3. Гидрологические и гидравлические расчеты магистрального канала и коллектора.
4. Построение продольных профилей.
5. Обоснование целесообразности строительства осушительной системы.

Состав и оформление курсового проекта

Курсовой проект, включает в себя: пояснительную записку, план осушительной системы, продольные профили. Записка должна иметь оглавление и список используемой литературы. Продольные профили и рисунки, следует выполнять на миллиметровой бумаге в карандаше или на компьютере. На плане осушительной системы открытые каналы необходимо обозначать синими сплошными линиями, закрытые коллекторы пунктирными линиями простым карандашом, а дренажи тонкими сплошными линиями. Следует показать дороги и сооружения на плане условными обозначе-

ниями. Все чертежи курсового проекта выполняются в компьютерной программе Autocad.

Курсовой проект должен содержать следующие разделы:

Введение.

1. Природные условия территории и причины подтопления объекта.
2. Требования к проектированию объектов и сооружений инженерной защиты.
Защита территории от подтопления.
3. Схема осушительной сети.
4. Расчет кольцевого дренажа.
5. Расчет площадного дренажа.
6. Расчет линейного дренажа.
7. Проектирование осушительной сети в плане.
8. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.
9. Гидрологический расчет нагорного канала.
10. Конструкции, гидравлический расчет нагорного канала.

Введение

В последнее время ведётся интенсивное освоение земельных участков для дачного и коттеджного строительства. Опыт показывает, что выбор участка для освоения и строительства на нем нового дома под застройку является важным и ответственным решением. Известно, что водный режим участка определяется комплексом природных условий: его местом расположения по отношению к основным элементам рельефа (водоразделу, склону, низине), площадью внешнего и фактического водосбора участка, глубиной залегания грунтовых вод, плотностью грунтов, водопроницаемостью и т.д. У сооружений, построенных на переувлажнённых участках, нарушается цельность фундаментов, цоколей, отмосток, оград и т.д., имеет место сырость во

внутренних помещениях. Известно, что в Центральной части России грунты в зимний период промерзают на глубину 1,7 м. Промерзание переувлажнённых глинистых и суглинистых грунтов увеличивает их объём. Грунты, воздействуя на подземную часть дома, вызывают сдвиги стен, разрывают кладку материалов, нарушают гидроизоляцию. Через разрывы в фундаментных блоках и трещины в гидроизоляции вода в тёплый период года, попадая в подвальные помещения, там накапливаются. В дальнейшем переувлажнённые грунты, смерзаясь с подземной частью дома, при пучении приподнимают строение, вызывая серьёзные повреждения в нём. К тому же грунтовая вода, содержащая в себе растворённые вещества и газы, становится агрессивной к бетону и каменной кладке и разрушает их. Этот процесс происходит очень медленно, однако целостность фундамента будет нарушена и произойдёт деформация подземной части дома. Просочившаяся в подвальное помещение влага создаст условия для развития в древесине плесени и грибка, споры которых могут распространяться по всему дому. Избыток влаги в подвальном помещении вызывает деформацию дверных коробок и оконных рам, коробление полов и их покрытий и, как следствие, потерю домом тепла в холодное время.

Таким образом, близкое стояние грунтовых вод, а также верховодка, образовавшаяся от снеготаяния и обильных осадков, нарушают нормальную эксплуатацию зданий и сооружений, требуют повторяющихся трудоёмких и дорогостоящих ремонтов. Даже при благоприятных гидрогеологических условиях до строительства коттеджей на участке могут возникнуть проблемы от действия вод, после строительства коттеджей.

В естественных условиях до строительства коттеджных посёлков в весенний и летне-осенний периоды формируется

поверхностный сток, который стекает по поверхности в водоприёмник или местные понижения.

Строительство коттеджей, подземных коммуникаций и дорожной сети преграждает естественный поверхностный сток воды, переводя его в подземный, что вызывает подъём подземных вод. Кроме того, подземная часть коттеджа выступает в роли «плотины», перегораживая подземный ток воды. Происходит, так называемый, «барражный эффект», то есть накопление и подъём грунтовых вод с верховой стороны склона у подвальной стены. Десятилетний опыт строительства дренажных систем в Подмоскowie показывает, что «барражный эффект» проявляет себя не сразу, а через 2-4 года эксплуатации коттеджа.

Таким образом, на коттеджный участок земли и фундамент коттеджа оказывают отрицательное воздействие: во-первых – грунтовые воды; во-вторых – грунтовые воды типа «верховодки», и в-третьих – грунтовые воды от «барражного эффекта». Для предотвращения отрицательного воздействия этих вод на участок земли и фундамент строения следует запроектировать и построить дренажную систему.

6.1. Природные условия территории и причины подтопления объекта

6.1.1. Общие сведения об объекте осушения

Проект дренажной системы разработан для осушения территории коттеджного поселка «Борки», расположенном по адресу: Тульская область, Заокский район, вблизи деревни Скрипово. В геоморфологическом отношении участок застройки приурочен к водораздельной поверхности, расчлененной овражно-балочной сетью. Общий уклон поверхности участка застройки ориентирован на юго-запад с уклоном до 0,01, при этом абсолютные отметки изменяются от 222, 93 до 213,36 м. Площадь коттеджного поселка состав-

ляет 5,6 га, на которой размещены 24 участка. Планировка предусматривает рациональное использование земельных ресурсов в соответствии с градостроительными нормами. К индивидуальным участкам предусмотрен подъезд автотранспорта по улицам шириной 18,0 м и шириной проезжей части 7,0 м (две полосы движения по 3,5 м) и 3, 5 м (одна полоса движения). Улицы оборудованы разворотными площадками 12,0x12,0 м.

6.1.2. Климатические условия

Климатические и почвенные условия района расположения объекта осушения выписываются студентом из справочника (6, с. 8-36). Административная область расположения участка дается в задании.

Тульская область находится на севере Среднерусской возвышенности. Хребет Среднерусской возвышенности тянется с юга, от Украины чуть не под самую Москву. Северная граница этой возвышенности совпадает с границей Тульской и Московской областями.

На территории области находится высшая точка всей Среднерусской возвышенности (293 м) и всего юго-западного сектора Европейской России (южнее Смоленско-Московской и западнее Приволжской возвышенности). Здесь - перелом «кровли» возвышенности, и отсюда начинается постепенное снижение к югу - к Приднепровью, к Азовскому и Черному морям.

В связи с деятельностью шахт значительно изменился ландшафт: появились участки подвалки, заболоченные участки. С течением времени почвы тоже изменились, сегодня основными являются выщелоченные и оподзоленные черноземы.

Рельеф на западе, северо-западе и севере сильно расчленённый, в центральной части слегка всхолмлённый, на востоке - слабо расчленённая равнина, на юге и юго-востоке - волнистый, изрезанный сложной сетью глубоких оврагов, высотой до 293 м (на юге). В пределах Тульской области сосредоточены месторожде-

ния Подмосковского угольного бассейна; кроме того, имеются залежи железной руды и различных стройматериалов.

Водные объекты. Около 80% территории относится к бассейну Оки, которая протекает по западной и северо-западной окраинам области (длина в пределах области 220 км); основные притоки - Упа, Осётр, Зуша. В т. ч. истоки и часть верхнего течения Дона, и его притоки (Непрядва и Красивая Меча).

Особенностью гидрографии района является его местоположение на водоразделе Волго-Окского и Донского бассейнов. Речки и ручьи равнинного типа, большое количество родников, остатков болот, прудов формируют водный режим района. Крупными реками являются Дон с притоками Бобрик и Люторичь на востоке. Шиворонь - на западе района.

Климат умеренно континентальный, характеризуется умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя температура января от $-9,5$ до $-10,3$ °С; средняя температура июля $19-20$ °С. Количество осадков изменяется от 575 мм на северо-западе до 470 мм на юго-востоке (максимум в июле). Вегетационный период 136-148 суток.

Режим солнечной радиации определяется частью солнечной радиации, которая у земной поверхности заключена в диапазоне волн длиной 0,3 - 4 мкм и приходит к ней непосредственно от Солнца (прямая радиация), частично - после рассеяния воздухом и облаками (рассеянная радиация). Интенсивность прямой радиации (энергетическая освещённость) достигает максимума при высоком Солнце и чистой атмосфере, в Тульской области составляет для перпендикулярной лучам площадки 1 кВт/м², а для горизонтальной $0,8$ кВт/м². Сумма прямой и рассеянной радиации называется суммарной солнечной радиацией. Её максимальная интенсивность для горизонтальной площадки - $1,3$ кВт/м². Для развития растений существенное значение имеет фотосинтетически активная радиация (ФАР) - часть солнечной радиации с длиной волн от $0,38$ до $0,71$ мкм, которая частично используется при фотосинтезе. За месяц в ноябре - январе она составляет 30 - 50

МДж/м², в июне 330 - 350 МДж/м², годовые суммы 1850 - 2150, суммы за вегетационный период 1500-1730 МДж/м². Май, июнь и июль вместе дают в Тульской области примерно 45 % годового прихода суммарной радиации, а ноябрь, декабрь и январь вместе - только 5 %. Суточные суммы радиационного баланса в Тульской области колеблются от - 5 до 20 МДж/м². Переход средних суточных сумм баланса от положительных значений к отрицательным происходит в ноябре, а от отрицательных к положительным - в феврале.

Ветровой режим. Ветровой режим на территории области меняется мало. В теплый период преобладают западные, северо-западные, северные и юго-восточные ветры, а в холодный - юго-западные и южные. Режим влажности воздуха и осадков. Тульская область располагается в районе с преобладанием материкового типа относительной влажности воздуха и относится к лесному его подтипу. Максимум влажности наблюдается в декабре, а минимум в мае. Среднемесячная относительная влажность территории, на которой располагается Тула в декабре и январе составляет 86%, в то время как в мае относительная влажность самая низкая и не превышает 67%. Надо отметить, что комфортной для человека величина относительной влажности в пределах от 30 до 70%. По количеству атмосферных осадков территория г. Тулы относится к зоне повышенного увлажнения умеренного пояса. Средняя годовая сумма осадков составляет 783 мм. Распределение осадков по сезонам весьма своеобразно. Около 40% атмосферных осадков выпадает в холодный период с ноября по март, а остальные 60% выпадают в течение апреля-октября. Минимальное количество осадков выпадает с февраля по май месяц, а максимальное их приходится на июнь (до 90 мм) и июль-август (80 мм). Средняя скорость ветра для территории г. Тулы составляет 3,2 м/с. Наибольшей силы ветры наблюдаются в осенне-зимний период. С декабря по февраль включительно дуют ветры со скоростью до 3.5 м/с. В летние месяцы дуют слабые ветры со

скоростью до 2,8 м/с. Но иногда в дневное время их скорость может достигать 4.2 м/с.

Лесистость области около 13% (под лесами, включая полезащитные лесопосадки, находится свыше 350 тыс. га - около 14% территории), в основном в северной и северо-западных частях; преобладают дубовые, берёзовые, осиновые леса. На границе с лесостепью большое мелиоративное значение имеет полоса широколиственных лесов (дубово-ясеневых с примесью клёна, ильма и др.) - так называемые Тульские засеки.

Почвенно-растительный покров. Почвенно-растительный покров на территории области различен, это связано с тем, что по ней проходит три природные зоны - лесная, лесостепная и степная. В северной части региона расположена зона еловых и пихтовых лесов с примесью дуба, южнее - широколиственные леса, а на юго-западе простираются степи. На территории области в почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые, серые и темно-серые оподзоленные почвы. Вдоль рек под тонким верхним слоем черноземов лежат бурые суглинки, яркие песчаники и глины разных цветов и оттенков, встречаются линзы торфа. На песчаных речных террасах произрастают сосновые боры. К югу располагаются степи с темно-каштановыми почвами. Земли сельскохозяйственного назначения составляют 70,8% всех земель области, из них пашня занимает 81,3%.

6.1.3. Геологические и гидрогеологические условия

В геологическом строении участка до разведанной глубины 10,0 м, принимают участие четвертичные покровные, водноледниковые и моренные суглинки.

Слой 1. С поверхности отложения перекрыты почвенно-растительным слоем (рd_{IV}). Вскрыт всеми скважинами мощностью 0,10-0,60 м.

Слой 2. Суглинок (рg_{II-III}), бурый, светло-бурый, в основном полутвердый, участками тугопластичный, пылева-

тый, с натекми ожелезнения. Вскрыт всеми скважинами на глубине 1,40-6,20 м.

Слой 3. Суглинок (gпдн) красно-бурый, желтовато-бурый, коричневатобурый, серый, полутвердый и твердый, с прослоями тугопластичной консистенции, опесчаненный, с включением дресвы и щебня, известняка и кремния до 15 %. Вскрыт всеми скважинами на глубине 0,80-6,50 м.

Слой 4. Суглинок (flгпдн) зеленоватосерый, серый, светлобурый, желтоватобурый, буроватосерый, тугопластичный и мягкопластичный, пылеватый, с натекми и гнездами ожелезнений, с редкими включениями дресвы и известняка. Вскрыт всеми скважинами на глубине 5,60-8,50 м.

Согласно гидрогеологическим изысканиям (ЗАО «ТулаГИСИЗ») на площади проектируемого строительства коттеджного поселка подземные воды в период изысканий, декабрь – 2006, январь 2007 годов, встречены на глубине 0,3–1,5 м, на абсолютных отметках 210,9 - 228,7 м. Водовмещающими породами являются покровные и водно-ледниковые суглинки и участками прослой песка в кровле моренных суглинков. Относительный водоупор подземных вод, полутвердые и твердые моренные суглинки, вскрыт на глубине 0,8 - 6,5 м. Прогнозируемый уровень подземных вод в период гидромаксимумов следует ожидать на 0,5 м выше отмеченного при изысканиях, участками может достигать дневной поверхности.

По данным геофизического МЗТ коэффициент фильтрации покровных суглинков изменяется от 0,17 м/сут до 0,22 м/сут, среднее значение $K_f=0,20$; водноледниковых суглинков K_f изменяется от 0,24 до 0,26 м/сут. Таким образом, на рассматриваемом участке имеет место грунтовый тип водного питания. Пример оформления гидрогеологического разреза показан на рис.62.

6.2. Причины подтопления коттеджного поселка

Причины, влияющие на переувлажнение территорий, можно разделить на естественные и искусственные.

Естественные причины тесным образом связаны с комплексом природных факторов. К ним относятся: гидрологические и гидрогеологические условия, геологическое строение, место расположения участка относительно основных элементов рельефа местности (водораздел, склон, долина). Анализ гидрогеологических условий объекта показывает, что грунтовые воды залегают близко к поверхности земли (0,3–1,5 м). Формирование грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков как на территории коттеджного поселка, так и на прилегающих водосборных площадях. Дополнительное питание оказывают воды типа верховодки (временные грунтовые воды), образующиеся в результате снеготаяния и выпадения обильных осадков. В отдельные периоды года может происходить смыкание верховодки с грунтовыми водами. Из этого следует, что территория коттеджного поселка подтоплена и требует осушения.

Искусственные причины возникают вследствие нарушения сложившегося природного равновесия в водном балансе территории. К ним относятся подпор грунтовых вод при создании водохранилищ, утечки из водопроводных коммуникаций, полив зеленых насаждений, нарушение естественного оттока поверхностных вод. Следует отметить, что после строительства коттеджей, формирующиеся на склонах поверхностный сток, будет задерживаться строениями и переводиться в подземный ток воды.

Защита территории от подтопления

Анализ естественные и искусственные причин подтопления рассматриваемой территории показывает, что имеет место высокое положение уровня грунтовых вод. Этот фактор является неблагоприятным. Меры защиты территории коттеджного поселка от подтопления заключаются в следующем: устройство нагорно-ловчего канала для перехвата потока поверхностных и грунтовых вод со стороны внешнего водосбора; устройство площадных и кольцевых дренажей. Следует отметить, что есть другие меры борьбы с подтоплением территорий, которые в данном проекте не рассматриваются.

Проектирование осушительных систем населенных пунктов должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 2.06.01.-86 и СНиП 2.06.15-85.

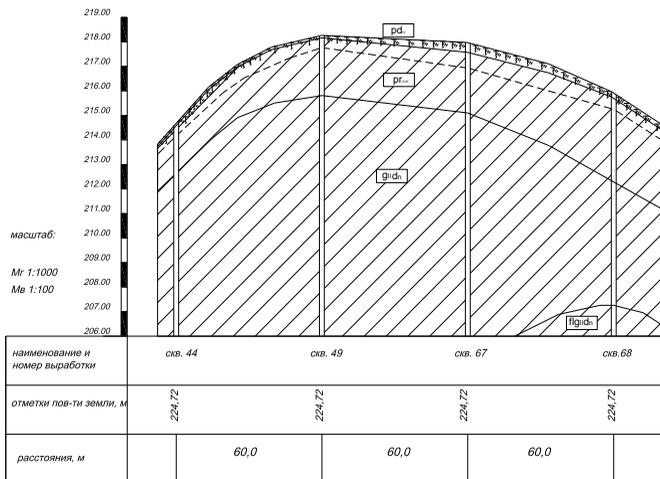


Рис. 1. Гидрогеологический разрез

Условные обозначения:

- pd. - Почвенно-растительный слой
- pf_г - Верхнечетвертичные покровные отложения
- gpd. - Средне-четвертичные моренные отложения днепровской стадии оледенения



Рис. 63. Гидрогеологический разрез

При выборе систем дренажных сооружений должны быть учтены форма и размер территории, требующей дренирования, характер движения грунтовых вод, геологическое строение, фильтрационные свойства водоносных пластов, область распространения водоносных слоев с учетом условий питания.

Нормы осушения (глубины понижения грунтовых вод, считая от проектной отметки территории) при проектировании защиты от подтопления принимаются в зависимости от характера застройки защищаемой территории в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

№№ пп	Характер застройки	Норма осушения, м
1.	Территории крупных промышленных зон и комплексов	До 15
2.	Территории городских промышленных зон, коммунально-складских зон, центры крупнейших, крупных и больших городов	5
3.	Селитебные территории городов и сельских населенных пунктов	2
4.	Территории спортивно-оздоровительных объектов и учреждений обслуживания зон отдыха	1
5.	Территории зон рекреационного и защитного назначения (зеленые насаждения общего пользования, парки, санитарно-защитные зоны)	1

6.3. Схема осушения объекта

Основным методом защиты подземных частей зданий и сооружений от воздействия грунтовых вод является их понижение, для чего применяется дренаж. Схемы дренажа зависят от его назначения, геоморфологических, гидрогеологических и инженерно-производственных условий. Дренажи предназначаются для общего понижения грунтовых вод, для локальной защиты от подтопления подземных частей зданий, сооружений населенных пунктов и для снятия гидростатического напора на основания сооружений с целью уравновешивания взвешивающих сил.

Дренажи, устраиваемые для общего понижения грунтовых вод, регулируют фильтрационный поток на территории

населенного пункта, исключая подтопление сооружений и их всплытие.

Защитные дренажи предназначены для локальной защиты от подтопления отдельных зданий, сооружений и исключают просачивание грунтовых вод в сооружения.

Расположение в плане кольцевых дренажей определяется контурами самих защищаемых зданий и сооружений. При площадном дренаже магистральные коллекторы обычно устраивают по проездам и уличным магистралям. Дрены-осушители прокладывают внутри кварталов застройки, используя для этого дворовые проезды или незастроенные площади. Проектируемая дренажная сеть должна быть увязана с существующим и проектируемым подземным хозяйством особенностей данного населенного пункта.

В схему осушительной сети должны быть включены:

1. Регулирующая осушительная сеть:
 - (площадной дренаж), регулирует водный режим почвы коттеджных участков в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур путем отвода избыточных вод в коллектор;
 - (кольцевой дренаж), регулирует водный режим грунтов подземной части строения путем отвода избыточных вод в коллектор;
2. Проводящая сеть (коллектор), принимает воду из регулирующей сети и отводит ее в водоприемник;
3. Оградительная сеть (нагорно-ловчий канал), перехватывает полностью или регулирует поступление поверхностных или грунтовых вод на осушаемую территорию с прилегающих водосборов;
4. Водоприемник принимает и отводит воду со всей осушаемой территории, из всей впадающей в него сети;
5. Дорожная сеть, обеспечивающая эксплуатационное обслуживание осушительной сети и сооружений на ней, а

также оптимальное хозяйственное функционирование осушительной системы

6.4. Расчет кольцевого горизонтального дренажа

Расход дренажных вод рассчитан для условий наиболее напряженных периодов года, а именно в период весеннего снеготаяния и выпадения интенсивных осадков. В напряженные периоды года грунтовые воды поднимаются на 0,3...1,0 м и создают условия подтопления подземных сооружений. Горизонтальный закрытый кольцевой дренаж, представляет собой проницаемые трубопроводы, заложенные в грунт с определенным уклоном, отбирающие воду из грунта и транспортирующие ее в проводящую сеть.

Расчет кольцевого горизонтального дренажа производится в следующем порядке (рис. 64):

- 1) вначале реальный контур дренажа приводится к равновеликому кругу и определяется радиус этого круга r_0 ;
- 2) затем определяется радиус депрессии R ;
- 3) далее подсчитывается дебит дренажа и определяется величина понижения в центре дренажа.

Расход дренажных вод рассчитан для условий наиболее напряженных периодов года, а именно в период весеннего снеготаяния и выпадения интенсивных осадков. В напряженные периоды года грунтовые воды поднимаются на 1 м и создают условия подтопления подземных сооружений.

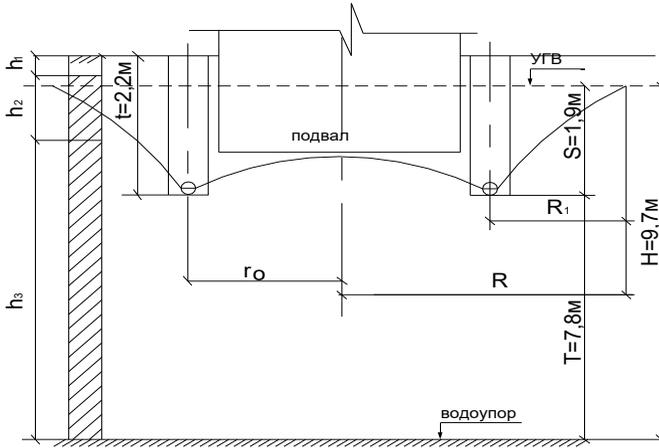


Рис. 64. Схема к расчету кольцевого дренажа

Расчет радиуса депрессии от центра дренажа

Определяем радиус кривой депрессии по формуле Керкиса (С.КАбрамов):

$$R_1 \sqrt{\lg R_1 - \lg r_0 - 0.217} = 0.66 \sqrt{\frac{k}{W} S_0 (2H - S_0) - 0.5r_0^2} \quad (54)$$

H - мощность безнапорного пласта, м;

S - понижение уровня в водоносном пласте, м;

R_1 - радиус депрессии от центра дренажа, м;

W - коэффициент инфильтрации в м/сут;

k - коэффициент фильтрации, м/сут;

r_0 - радиус равновеликого круга, к которому приводится реальный контур проектируемого дренажа, м;

Осредненный коэффициент фильтрации для слоистой неоднородной (в разрезе) толщи пород можно вычислить по формуле Каменского Г.Н.:

$$k = \frac{k_1 \times h_1 + k_2 \times h_2 + k_3 \times h_3}{h_1 + h_2 + h_3} =$$

$$\frac{0,22 \times 0,2 + 0,20 \times 1,4 + 0,24 \times 8,1}{0,2 + 1,4 + 8,1} = 0,23 \text{ м/сут}$$

где k_1, k_2, \dots, k_n - коэффициенты фильтрации отдельных слоев толщи;

h_1, h_2, \dots, h_n - соответствующие им мощности (в безнапорных условиях), м;

W - коэффициент инфильтрации, м/сут,

$$W = \frac{mn}{1000 \cdot t},$$

где m - количество осадков в снеге за зимний период, мм;

n - коэффициент инфильтрации (для суглинков $n=0,22$);

t - расчетный период снеготаяния (4 сут.)

$$W = \frac{80 \times 0,22}{1000 \times 4} = 0,0044 \text{ м/сут}$$

Для приведения реальных контуров дренажей к круглым в плане с радиусом r_0 используем следующие формулы:

а) при прямоугольной форме $r_0 =$

$$\mu \frac{a' + b'}{4} = 1,18 \frac{10,4 + 11,0}{4} = 6,31 \text{ м,}$$

где μ - коэффициент формы;

a', b' - длина и ширина прямоугольника соответственно, м.

б) при П-образной и иной сложной форме $r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$,

где F - площадь дренажа П-образной формы

$$A = 0,66 \sqrt{\frac{0,23}{0,0044} 1,9(2 \times 9,7 - 1,9) - 0,5 \times 6,31^2} = 27,4$$

$$B = 37 \sqrt{\lg 37 - \lg 6,31 - 0,217} = 27,4$$

Принимаем $R_1 = 37$ м

$$R = R_1 + r_0 = 37 + 6,31 = 43,31 \text{ м}$$

Определение дебита кольцевого дренажа

Для определения дебита кольцевых дренажей несовершенного типа в безнапорных условиях применяют формулу А.Ж. Муфтахова. Схема к расчету кольцевого горизонтального дренажа несовершенного типа в безнапорных условиях приведена на рис. 65.

$$Q_{\text{сум}} = \pi k S_0 \left(\frac{S_0}{\ln \frac{R}{r_0 + r_c}} + \frac{2\pi T r_0}{T \ln \frac{8r_0}{r_c} + 2r_0 \varphi} \right); \quad (55)$$

где φ - функция аргументов $\frac{r_0}{T}$ и $\frac{R}{T} = \varphi_1 - \varphi_2$ (находится по графикам)

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 5,0 - 4,0 = 1,0 \quad r_c = 0,1 \text{ м};$$

$$r_0 = 6,31 \text{ м}.$$

$$\frac{r_0}{T} = \frac{6,31}{7,8} = 0,8$$

$$\frac{R}{T} = \frac{43,31}{7,8} = 5,55$$

$$m = T = 7,8 \text{ м}$$

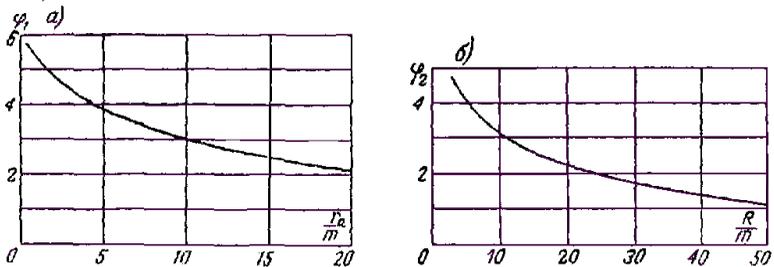


Рис. 65. Графики функции:

$a - \varphi_1$ в зависимости от r_0/m ; $b - \varphi_2$ в зависимости от R/m

$Q_{\text{сум}} =$

$$3,14 \cdot 0,23 \cdot 1,9 \left(\frac{1,9}{\ln \frac{43,31}{6,31+0,1}} + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,8 \cdot 6,31}{7,8 \ln \frac{8 \cdot 6,31}{0,1} + 2 \cdot 6,31 \cdot 1,0} \right) = 15,7 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{\text{сум}} = 15,7 \text{ м}^3 / \text{сут} = 0,18 \text{ л/с}$$

6.5. Расчет площадного (систематического) дренажа

Расчет площадного дренажа сводится к определению расстояний между дренами и подсчету их дебита. Схема к расчету площадного дренажа несовершенного типа в безнапорных условиях приведена на рис. 66.

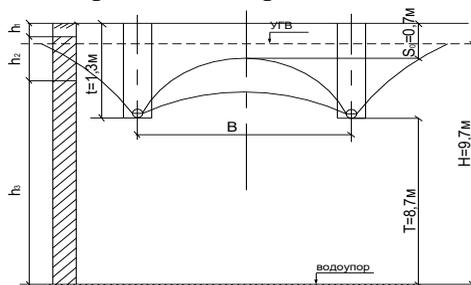


Рис. 66. Схема к расчету площадного дренажа

Расстояние между дренами несовершенного типа определим по формуле С.Ф. Аверьянова:

$$B = T \left[\sqrt{\frac{8kh_{\text{макс}}}{WT} \left(1 + \frac{h_{\text{макс}}}{2T} \right) + B_1^2} - B_1 \right], \quad (56)$$

где B – расстояние между дренами, м;

T – расстояние от центра дрены до водоупора, м;

$$h_{\max} = t - S_0,$$

где S_0 – норма осушения, $S_0 = 0,8$ м;

t – глубина погружения дрен под непониженный уровень подземных вод. Принимаем глубину заложения дренажа; $t = 1,0$ м;

$$h_{\max} = 1,0 - 0,7 = 0,3 \text{ м};$$

W – интенсивность просачивания атмосферных осадков и хозяйственно-промышленных вод в грунт, выраженная толщиной слоя воды в единицу времени, м/сут;

$$B_I = 2B; B = 1,471 \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi r_c}{T}}; r_c \text{ – радиус дрены,}$$

$$r_0 = 0,1 \text{ м};$$

$$B = 1,471 \lg \frac{1}{\sin \frac{3,14 \cdot 0,1}{8,7}} = 3,32$$

$$B_I = 2 \times 3,32 = 6,64;$$

$$B = 8,7 \left[\sqrt{\frac{8 \times 0,23 \times 0,3}{0,0044 \times 8,7} \left(1 + \frac{0,3}{2 \cdot 8,7} \right) + 6,64^2} - 6,64 \right] = 8,8 \text{ м};$$

Принимаем для дальнейших расчетов расстояние между дренами 9 м.

Дебит каждой дрены длиной L находим по формуле:

$$Q = BWL =$$

$$9 \times 0,0044 \times 24 \times 2 = 1,9 \text{ м}^3 / \text{сут} = 0,022 \text{ л/с.}$$

6.6. Расчет однолинейного горизонтального дренажа

Для определения дебита несовершенных дрен (рис. 67)

используем формулу А.В.Романова:

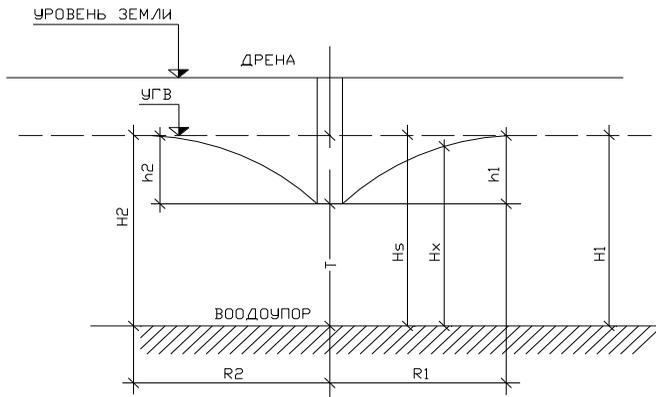


Рис. 67. Схема к расчету однолинейного горизонтально-го дренажа несовершенного типа при его работе в безнапорных условиях

Расчет радиуса депрессии от центра дренажа

Определяем радиус кривой депрессии по формуле (50):

$$A = 0,66 \sqrt{\frac{0,23}{0,0044} 2,1(2 \times 8,7 - 2,1) - 0,5 \times 0,4^2} = 27,0$$

$$B = 49 \sqrt{\lg 49 - \lg 0,4 - 0,217} = 27,1$$

Принимаем $R=49$ м

$$Q = \frac{\kappa}{2} \left[\frac{h_1^2}{R_1} + \frac{h_2^2}{R_2} + \frac{2 \cdot \pi (H_s - T)}{\lg \frac{T}{\pi r_c} + \frac{\pi R_1 R_2}{TL}} \right], \quad (57)$$

где H_1 – напор на границе области питания, м;

H_2 – напор на границе области естественного дренажа, м;

T – расстояние от подошвы пласта до дна дрены, м;

r – радиус дрены или ширина дренажной траншеи, м;

H_S –напор воды в дрене, м.

$$L = R_1 + R_2 + d$$

d –диаметр дрены или ширина дренажной траншеи.

В расчетах принимаем $R_1 = R_2$, а $h_1 = h_2 = H_S$.

$$Q = \frac{0,23}{2} \left[\frac{2,1^2}{49} + \frac{2,1^2}{49} + \frac{2 \times 3,14(8,7 - 7,6)}{\ln \frac{4,0}{3,14 \times 0,4} + \frac{3,14 \times 49 \times 49}{7,6 \times 94}} \right] = 0,028 \text{ м}^3 / \text{сут.н.м}$$

Гидравлический расчет кольцевого, площадного и однолинейного дренажа состоит в определении диаметров дренажных труб. Для примера определяем расход одного коттеджного участка, который в дальнейшем для упрощения задачи не пересчитываем. Расход дренажных вод с одного коттеджного участка сводим в таблицу 8.

Таблица 8

Номер дрены	Длина, м	Уклон	Расход, л	Диаметр, м
Д-24-1	24	0,003	0,011	50
Д-24-2	24	0,003	0,011	50
КД-24		0,003	0,18	160
Д-24 (1)		0,003	0,022	160
Д-24 (2)		0,003	0,202	160
Сумма			0,202	

Расчет диаметров дренажных и коллекторных труб сводим в таблицу 9.

Таблица 9

Расчет диаметров дренажных и коллекторных труб

№№ колодцев	Длина коллектора (дрены), м	Уклон коллектора (дрены)	Расход коллектора (дрены), л/с	Диаметр коллектора (дрены), мм
Д-26...Д-25	27,4	0,015	0,97	160
Д-25...Д-24	27,4	0,028	1,94	160
Д-24...Д-7	34,6	0,026	3,11	160
Д-7...Д-6	53,0	0,0057	3,11	160
Д-23...Д-22	35,1	0,0097	1,19	160
Д-22...Д-21	35,1	0,010	2,38	160
Д-21...Д-6	38,3	0,0274	3,65	160
Д-6...Д-5	34,0	0,0147	3,65	160
Д-5...Д-4	28,9	0,0173	3,86	160
Д-4...Д-3	50,5	0,0218	4,06	160
Д-16...Д-19	42,5	0,003	1,19	160
Д-19...Д-3	35,0	0,0243	2,19	160
Д-3...Д-2	65,0	0,0269	5,88	160
Д-2...Д-1	19,6	0,0269	6,08	160
Д-1...УС	53,0	0,040	13,20	200

6.7. Проектирование осушительной сети в плане

В курсовом проекте осушительная система включает в себя: водоприемник, дренажную систему, открытый ограждающий канал и гидротехнические сооружения.

Водоприемник осушительной системы

В качестве водоприемника осушительной системы использована р. Лобазня. Реки могут быть использованы в качестве водоприемника для сброса воды самотеком, если они отвечают следующим требованиям:

- обеспечивают сброс воды из осушительной сети без подпора и в расчетный период без ущерба для других целей хозяйственного использования водотока;
- имеют устойчивое русло;
- обеспечить возможность выполнения строительства современными механизмами и нормальной эксплуатации.

Дренажная система

В рассматриваемом случае, дренажная система представляет собой сложную комбинацию: линейных, кольцевых и площадных систем, объединенных водосборным коллектором. Расположение дренажной сети в плане при дренировании населенных пунктов, в данном случае коттеджного поселка, определяется системой и типом дренажа, а также характером застройки.

По проездам и уличным магистралям запроектированы линейные дренажи (Д-1-1, Д-1-1-1, Д-1-2, Д-1-3, Д-1-4), для приема воды из кольцевых и площадных дренажей коттеджных участков, и понижения уровня грунтовых вод под дорожным полотном (Д-1-1, Д-1-1-1, Д-1-2, Д-1-4). Длина линейных дренажей составляет 77,5-311,9 м. Поворот в плане составляет 90-151°. Дренажи сопрягаются с коллектором ЗК-1 с помощью колодцев. Длина коллектора ЗК-1 составляет 304 м, он имеет один поворот в плане под углом 98°. Трасса коллектора проходит вдоль южной границы коттеджного

поселка и магистральной автодороги по наименьшим отметкам поверхности земли. В точке впадения ЗК-1 в водоприемник предусмотрено устройство устьевого сооружения УС-1.

Внутри коттеджных участков запроектированы кольцевые и площадные дренажи. Кольцевые дренажи располагаются вокруг коттеджей, защищаемых от грунтовых вод. При этом, образуются замкнутые кольца, которые не примыкают непосредственно к защищаемым строениям, а удалены от них на 40-70 см. Длина контура (участок 24) составляет 51 м. Повороты в плане составляют 90° . Кольцевой дренаж сопрягается с коллектором К-24 длиной 37,5 м. В местах поворотов и примыкания кольцевого дренажа к коллектору предусмотрено устройство смотровых колодцев из ПВХ диаметром 315 мм.

Для осушения газона коттеджного участка запроектирован площадной дренаж. Количество дрен на участках колеблется от 2 до 4. На участке 24 размещено 2 дрены К-24-1 и К-24-2 длиной 24 м каждая. Расстояния между дренами определено расчетом и составляет 9 м. Дрены сопрягаются с коллектором К-24 при помощи тройников и отводов под углом 90° . Коллектор участка сопрягается с линейным дренажем Д-1-4 через смотровой колодец ДК-26. Кроме того, смотровые колодцы запроектированы у каждого коттеджного участка в местах с наименьшими отметками поверхности земли.

Оградительная сеть

Назначение оградительной сети - защитить коттеджный поселок от поступления поверхностных и грунтовых вод с прилегающего к нему внешнего водосбора. Нагорные каналы ограждают осушаемый объект от притока поверхностных вод, а ловчие каналы – от притока грунтовых вод. При наличии притока поверхностных и грунтовых вод

нагорные каналы совмещают с ловчими, то есть устраивают комбинированные нагорно-ловчие каналы.

В курсовом проекте запроектирован нагорно-ловчий канал НЛК-1 длиной 372 м. Он имеет два поворота в плане 118 и 94°. Сопряжение НЛК-1 с водоприемником (р. Лобазня) осуществляется под углом 60°. На ПК-2+55 НЛК-1 пересекает магистральную автомобильную дорогу. В этом месте предусмотрено строительство трубчатого переезда.

6.8. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости

Вертикальное сопряжение элементов осушительной сети – один из важнейших этапов проектирования. Вертикальное сопряжение должно обеспечивать в расчетные периоды без-подпорную работу всей сети.

Глубина заложения регулирующей осушительной сети при грунтовом питании определяется нормой осушения (табл.1) - расстоянием от поверхности земли до уровня воды в дрене и глубиной воды в дрене.

Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости осуществляется путем построения продольных профилей.

Пример построения продольных профилей даны в приложении рис. 1...3

Построение продольных профилей осуществляется по всем открытым каналам и коллекторам, и выборочно по отдельным дренам, закрытым собирателям.

В курсовом проекте для сокращения объема работ, необходимо выполнить продольные профили, по одному, для каждого элемента осушительной сети. Причем эти элементы должны быть увязаны на плане в цепочку. Работу следует начинать с младших элементов сети: дрена, закрытых собирателей.

Для построения продольных профилей, а также для расчета наихудшего варианта приводим диапазон допустимых уклонов дна элементов осушительной сети в табл 10.

Следует отметить, что при увеличении уклонов дна открытых каналов более максимально допустимых значений, их следует крепить.

Для определения минимальной глубины коллектора ЗК-1 на ПК-0, исходя из условий вертикального сопряжения, рассчитываем наихудший случай сопряжения всех элементов сети, которые увязаны на плане в цепочку. Наихудшим будет вариант с условиями:

- а) самый удаленный от ПК-0 коллектора элемент;
- б) с наименьшими уклонами поверхности земли;

Таблица 10

Диапазон допустимых уклонов дна элементов осушительной сети

Элементы осушительной сети	Диапазон допустимых уклонов дна
Магистральный канал (без крепления)	0,002...0,0003
Транспортный собиратель (без крепления)	0,002...0,0005
Нагорные, ловчие каналы, открытые коллекторы (без крепления)	0,002...0,0005
Закрытые коллекторы	0,03...0,002
Дрены, закрытые собиратели	0,03...0,003

в) имеющий наибольшую суммарную длину элементов осушительной сети в цепочке, начиная от истока дрены и кончая ПК-0 коллектора.

Расчетная схема дана на рис. 68.

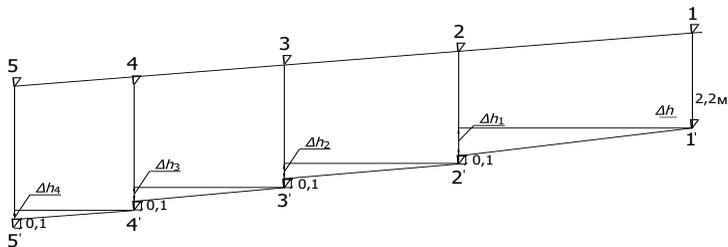


Рис. 68. Схема сопряжения элементов осушительной сети в вертикальной плоскости

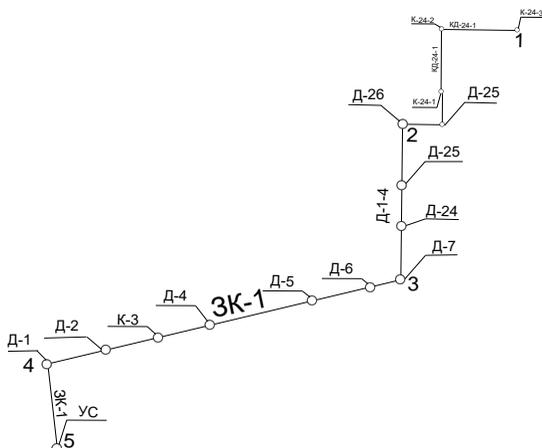


Рис. 69. Схема планового размещения самого наихудшего случая из вертикального сопряжения

Выбрав цепочку элементов осушительной сети для наихудшего варианта с учетом вышеперечисленных условий (рис. 69), проводим расчет.

Пример расчета.

Снимаем с плана отметки поверхности земли в узловых точках. Зная глубину заложения дрены в истоке, которая равна 2,2 м, можем определить отметку дна дрены в истоке.

$$\nabla 1 - 2,2 = \nabla 1'$$

$$\nabla 1' = \nabla 1 - 2,2 = 222,80 - 2,2 = 220,60$$

Определяем уклон поверхности земли по трассе дрены

$$i = \frac{\nabla 1 - \nabla 2}{l} = \frac{222,80 - 221,51}{40,5} = 0,0318$$

Уклон дна дрены принимаем 0,03 и определяем Δh_1 :

$$\Delta h_1 = i \cdot l = 0,03 \cdot 40,5 = 1,21 \text{ м}$$

Принимаем запас 0,10 м и определяем $\nabla 2'$

$$\nabla 2' = \nabla 1' - \Delta h_1 - 0,10 = 220,60 - 1,21 - 0,10 = 219,29$$

Далее аналогично.

$$i = \frac{\nabla 2 - \nabla 3}{l} = \frac{221,51 - 220,50}{89,40} = 0,0113$$

Уклон дна дрены принимаем 0,011 и определяем Δh_2 :

$$\Delta h_2 = i \cdot l = 0,011 \times 89,4 = 0,98 \text{ м}$$

Принимаем запас 0,10 м и определяем $\nabla 3'$:

$$\nabla 3' = \nabla 2' - \Delta h_2 - 0,10 = 219,29 - 0,98 - 0,10 = 218,21 \text{ м}$$

$$i = \frac{\nabla 3 - \nabla 4}{l} = \frac{220,50 - 215,56}{251} = 0,0197$$

Уклон дна дрены принимаем 0,019 и определяем Δh_3 :

$$\Delta h_3 = 0,019 \times 251 = 4,77 \text{ м}$$

$$\nabla 4' = \nabla 3' - \Delta h_3 - 0,10 = 218,21 - 4,77 - 0,10 = 213,34$$

$$i = \frac{\nabla 4 - \nabla 5}{l} = \frac{215,56 - 213,36}{53} = 0,0415$$

$$\Delta h_4 = 0,03 \times 53 = 1,59 \text{ м}$$

Принимаем запас 0,1м и определяем $\nabla 5'$:

$$\nabla 5' = \nabla 4' - \Delta h_4 - 0,1 = 213,34 - 1,59 - 0,1 = 211,65$$

Определяем глубину коллектора на ПК-0:

$$H_{\nabla 12}^k = \nabla 5 - \nabla 5' = \nabla 213,36 - \nabla 211,65 = 1,71 \text{ м}$$

6.9. Гидрологический расчет магистрального канала

Гидрологический расчет состоит в определении расчетных расходов открытой проводящей и ограждающей осушительной сети. Так как используемая территория предназначена для коттеджного поселка, то расчетным расходом будет весенний паводковый сток. Расчетный расход определяем по СНиП 2.01.14-83 "Определение расчетных гидрологических характеристик".

Все необходимые дополнительные данные для расчета даны в приложении к методическим указаниям.

Пример расчета.

Исходные данные: $A=5 \text{ км}^2$; $h=90\text{мм}$; $A_1=38\%$; $A_6=1,4\%$.

Весенний паводковый расход

Весенний паводковый расход при равнинных водосборах определяем по следующей зависимости [5]:

$$Q_{p\%} = \frac{K_0 \times h_{p\%} \mu \delta \times \delta_1 \delta_2}{(A+1)^n} \times A, \quad (58)$$

где K_0 - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, определяемый по данным рек-аналогов, $K_0=0,006 - 0,008$; $h_{p\%}$ - расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), половодья той же вероятности превышения $P\%$, что и искомый максимальный расход воды (мм) определяется по формуле:

$$h_{p\%} = h \times K \times 1.25;$$

где $K=1,47$;

h - средний многолетний слой стока, по карте изолиний для Тульской области ($h=90$ мм), (табл. 7 приложения); 1,25 - поправочный коэффициент, для рек с водосборной площадью менее 50 км²,

$$h_{p\%}=90 \times 1,47 \times 1,25 = 165,38 \text{ мм};$$

μ - коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды; по приложению 7 СНиП 2.01.14-83 для лесной зоны при $P\%=10\%$ значение, $\mu = 0,93$;

δ - коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер, при наличии на водосборе озер $A_{03}=2\%$ коэффициент снижения стока весеннего половодья по приложению 10 СНиП 2.01.14 - 83 составляет $\delta=0,9$;

δ_1 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах, вычисляем по формуле

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(A_d + 1)^{n_2}}, \quad (59)$$

где α_1 - при залесенности водосбора $A_d=38\%$, $\alpha_1=1$, n_2 - коэффициент редукции, для грунтов под лесом различного мехсостава $n_2=0,22$,

$$\delta_1 = \frac{1}{(38 + 1)^{0,22}} = 0,741$$

δ_2 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах определяем по формуле:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1 \times A_b + 1), \quad (60)$$

где $A_b = 1,4\%$; по приложению 14 СНиП 2.01.14-83 значения $\beta=0,8$;

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \lg(0,1 \times 1,4 + 1) = 0,95$$

Площадь водосбора A_1 и параметр n находим по приложению СНиП, для лесной зоны $A_1=1 \text{ км}^2$, $n=0,17$.

$$Q_{1\%} = \frac{0,008 \times 165,4 \times 0,93 \times 0,9 \times 0,741 \times 0,95}{(5 + 1)^{0,17}} \times 5 = 2,86 \text{ м}^3/\text{с}$$

Полученные расходы справедливы для расчетного створа 1, который расположен на ПК-0. Однако, при впадении крупных каналов, а также при изменении водосборной площади на 500...700 га необходимо назначить новые расчетные створы. В данном курсовом проекте назначаем 1 расчетный створ.

Бытовой расход

Диапазон модуля бытового расхода равен $q_{\text{быт.}} = 0,02 \dots 0,05 \text{ л/с га}$, принимаем $q_{\text{быт.}} = 0,05 \text{ л/с га}$,

$$Q_{\text{быт.}} = q_{\text{быт.}} \times A = \frac{0,05}{1000} \times 500 = 0,025 \text{ м}^3/\text{с} \quad (61)$$

Таблица 11

Результаты гидрологических расчетов ($\text{м}^3/\text{с}$)

№№ створов	Площадь водосбора (км^2)	Q_p	Q_{max}	$Q_{\text{быт.}}$
I ПК-0	5,0	2,86	2,86	0,025

6.10. Гидравлический расчет элементов нагорно-ловчего канала

Устойчивость поперечного сечения канала зависит от его размеров и грунтов, в которых он пролегает. В таблице 7 даны заложения откосов.

В результате гидравлического расчета должны быть обеспечены:

– пропуск расходов весеннего с запасом от бровки не менее 0.2 м;

– допустимые скорости на размыв, заиление (зарастание).

Для гидравлического расчета нагорно-ловчего канала следует пользоваться формулами равномерного движения воды в открытых руслах. Расчеты следует выполнять методом И.М. Агроскина с использованием справочников П.Г. Киселева, А.В. Андриевской и по линейке В.Ф. Пояркова.

Расчетная схема показана на рис. 70. Результаты расчетов сводим в таблицу табл. 12.

Таблица 12

Результаты гидравлического расчета нагорно-ловчего канала

Створы	Q_p ($\text{м}^3/\text{с}$)	$Q_{\text{быт.}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$)	m	n	I	b (м)	h_p (м)	$h_{\text{быт.}}$ (м)	$U_{\text{разм.}}$ (м/с)	$U_{\text{заил.}}$ (м/с)
I ПК-0	2,86	0,025	2,0	0,03	0,0015	0,9	1,00	0,18	0,86	0,34

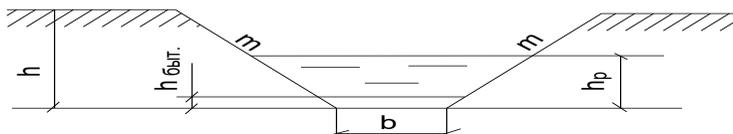


Рис. 70. Схема для гидравлического расчета НЛК-1

Для расчета скорости течения воды в канале используем формулу Шези:

$$U = c \sqrt{RI}, \quad (62)$$

где c – коэффициент Шези; $c = \frac{1}{n} R^{1/6}$ (n – коэффициент шероховатости);

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлический радиус;

ω – площадь живого сечения канала;

$\omega = bh + mh^2$ (b – ширина канала по дну);

h – глубина канала; m – коэффициент заложения откосов;

χ – смоченный периметр,

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

Допустимую скорость на размыв в курсовом проекте следует принять не более 1,0 м/с, а допустимую скорость на заиление (зарастание) не менее 0,2 м/с.

6.11. Сооружения на осушительной сети

Сооружения – это составные элементы осушительной системы.

К запроектированным сооружениям на осушительной сети относятся: смотровые колодцы, устьевые сооружения.

Эти сооружения стандартные, их принимают по каталогам с геодезической привязкой к данной местности.

Предусматриваем устьевое сооружение для сопряжения магистрального коллектора с рекой, которое осуществляет предохранение откосов русла от размыва, а коллектор от подмывания и разрушения.

Для контроля за работой сети установлены смотровые колодцы в местах поворота дренажа. Вход дрен в коллекторы осуществляется посредством колодца. Все колодцы устраиваем из сборных железобетонных элементов.

Запроектирован один водоприемный колодец с погружным насосом для откачки дренажной и поверхностной воды.

Тестирование

Тестовое задание 1. Продолжите предложение вставив правильный вариант.

Основные виды переувлажненных угодий (болота, заболоченные земли, избыточно увлажненные земли) отличаются....

1. Местом расположения на рельефе.
2. Глубиной грунтовых вод
3. Глубиной торфяной залежи.
4. Наличием гидрофильной растительности

Тестовое задание 2. Продолжите предложение вставив правильный вариант.

Между собой низинные, верховые и переходные болота отличаются....

1. Площадью болот.
2. Степенью разложения торфа.
3. Наличием грунтовых вод.
4. Глубиной торфяной залежи.

Тестовое задание 3.

Выберите правильное определение понятия «метод осушения»:

1. Понижение грунтовых вод на необходимую глубину.
2. Размещение осушительной сети в плане.
3. Принцип воздействия на факторы переувлажнения почвы.
4. Ускорение отвода поверхностных вод.

Тестовое задание 4.

Выберите правильное определение понятия «норма осушения»:

1. Понижение грунтовых вод на необходимую глубину.
2. Количество воды, подаваемое на увлажнение при шлюзовании.
3. Допустимый расход грунтовых вод за вегетацию.
4. Время отвода грунтовых вод

Тестовое задание 5. Вставьте правильный вариант.

«Закрытые собиратели» располагают грунтах

1. На торфяных.
2. На техногенных.
3. На супесчаных.
4. На песчаных.
5. На глинистых.

Тестовое задание 6. Продолжите предложение вставив правильный вариант.

На выбор расчетной схемы и формулы при определении расстояний между дренами влияет

1. Расход воды в дрене.
2. Уклон дрены.
3. Положение водоупора.
4. Глубина залегания грунтовых вод.
5. Глубина заложения дрены.

Тестовое задание 7. Продолжите предложение вставив правильный вариант.

Шлюзование это

1. Регулирование расхода воды в канале путём открытия и закрытия шлюза.
2. Увлажнение почвы путём искусственного регулирования уровня грунтовых вод.
3. Подача воды на поверхность увлажняемой территории с помощью шлюза-регулятора.
4. Использование шлюза-регулятора на осушительной системе.

Тестовое задание 8. Вставьте правильный вариант.

Поймы расположены

1. На водоразделах.
1. В долинах.
2. На склонах.
3. На территориях без леса

Тестовое задание 9.

Выберите верное утверждение. Какое требование, предъявляется к водоприемникам.

1. Своевременно пропускать расчетные расходы.
2. Своевременно принимать воду с осушаемой территории и обеспечивать бесподпорную работу осушительной сети.
3. Бытовые расходы осушительной сети должны свободно стекать в водоприемник.
4. Уровни воды в водоприемнике и в осушительной сети должны быть одинаковы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

400	350	300	250	200	175	150	125	100	75	для-	Внут- рен- ний	Таблица 3 (при- ложение
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	------	----------------------	-------------------------------

Таблица 1 (приложение 1)
Значения, коэффициентов снижения слоя стока весеннего
половодья

Средневзвешенная озерность бассейна A_{03}, %	Коэффициент сниже- ния слоя стока весеннего половодья, δ
От 0 до 2,8	0,9...0,8
От 2,9 до 6,4	0,8...0,6
6,4	0,6

Таблица 2 (приложение 2)
Значения коэффициента β для различных типов болот

Тип болота	Коэффициент β
Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенные супесчаными и легкосуглинистыми почвами.	0,8
Водосборы, включающие болота разных типов	0,7
Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами.	0,5
Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами.	0,3

Уклон дна													
0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	5
1,16	1,42	1,65	1,86	2,01	2,18	2,33	2,47	2,60	4,11	4,19	4,36	4,51	
2,50	3,08	3,54	3,96	4,33	4,68	5,01	5,31	5,60	8,84	9,00	9,34	9,68	
4,47	5,72	6,59	7,34	8,05	8,78	9,31	9,93	10,50	16,52	16,83	17,40	18,10	
7,45	9,15	10,47	11,77	12,80	14,00	14,80	15,80	16,60	26,30	26,70	27,70	28,70	
11,02	13,68	16,10	17,75	19,70	20,80	22,15	23,00	25,00	39,40	40,40	42,25	43,50	
15,94	19,50	22,60	25,20	27,60	29,80	31,80	33,80	35,60	56,20	57,30	59,10	60,60	
28,90	35,40	40,70	45,60	49,90	53,90	57,70	61,00	64,40	101,0	103,0	107,0	111,0	
47,40	57,90	66,60	75,00	81,40	88,80	94,20	100,5	105,8	166,0	169,5	176,6	-	
70,80	86,90	99,60	111,8	122,8	132,2	141,6	150,2	158,2	-	-	-	-	
100,90	123,9	142,6	159,5	174,7	188,4	192,0	214,1	225,3	-	-	-	-	

Таблица 3 (приложение 3)
Гидрологические характеристики водосборных бассейнов

Области, Республики	Р а й о н	Осад ки за год, мм	h _о , М М	Н' 1%, М М	С F>200 км ²	За- ле- сен- ност. %	За- бо- ло- чен. %	Заозер- ность %	п ₃
1		2	4	5	6	7	8	9	11
Архагель- ская обл.	1	680	180	80	0,3	80,7	8,5	3,4	0,3
Брянская	3	720	80	120	0,5	17,3	0,6	0,7	0,5
Владимир- ская	3	694	80	110	0,4	38,0	0,5	1,4	0,5
Вологоск.	2	815	160	100	0,35	58,7	12,6	2,2	0,3
Нижего- родская	2	700	90	80	0,4	58,0	1,6	1,0	0,4 5
Иванов- ская	2	716	100	100	0,5	38,0	5,0	1,4	0,5
Тверская	2	737	100	100	0,5	38,0	5,0	1,4	0,4
Калинин- градская	2	750	80	115	0,4	34,3	11,2	9,6	0,3
Калужская	3	702	100	115	0,4	38,0	5,0	1,4	0,5
Кировская	3	720	150	100	0,35	58,0	1,6	1,0	0,4
Костром- ская	2	747	140	80	0,45	38,0	5,0	1,4	0,4
Ленин- градская	2	770	140	100	0,35	34,3	11,2	9,6	0,3
Московск.	3	680	105	115	0,35	38,0	5,0	1,4	0,5
Мурман- ская	1	640	200	70	0,3	31,5	8,2	4,1	0,3
Новгород- ская	2	770	130	110	0,35	34,3	11,2	9,6	0,3
Орловская	3		90	130	0,45	17,3	0,6	0,7	0,5
Псковская	2	770	120	100	0,35	34,3	11,2	9,6	0,3
Пермская	3	744	160	80	0,4	75,1	7,4	1,9	0,4
Рязанская	3	583	80	105	0,4	38,0	5,0	1,4	0,5
Свердлов- ская	3	590	80	100	0,5	75,1	7,4	1,9	0,4 5
Смоленск.	3	750	120	100	0,35	38,0	5,0	1,4	0,4
Тульская	3	636	90	115	0,4	38,0	5,0	1,4	0,5
Ярославск.	2	733	130	80	0,45	38,0	5,0	1,4	0,5
Карель- ская респ.	1	710	140	75	0,35	54,0	17,5	7,9	0,3
Коми	1	745	160	75	0,25	80,7	8,5	3,4	0,3
Марийская	3	695	110	100	0,37	17,3	0,6	0,7	0,4
Мордовия	3	610	90	100	0,45	17,3	0,6	0,7	0,4
Удмуртия	3	750	100	85	0,4	75,1	7,4	1,9	0,4

ГЛОССАРИЙ

1. Береговой дренаж – система дренажа для водопонижения и отвода грунтовых вод на участках береговой зоны водных объектов (рек, водохранилищ и др.), подверженных подтоплению.

2. Болото – постоянно увлажненный участок земной поверхности с типичной гидрофильной растительностью, покрытый слоем торфа мощностью не менее 30 см в неосушенном состоянии.

3. Водные мелиорации – комплекс мероприятий для регулирования водного режима почв. Составная часть природообустройства и один из видов мелиорации земель. В. м. позволяют перераспределять влагу во времени и пространстве с целью расширенного воспроизводства плодородия почвы, получения оптимального урожая сельскохозяйственных культур, при экономном расходовании водных ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам и другим землепользователям.

4. Водный баланс – соотношение между приходом и расходом воды за определенный промежуток времени для какой-либо территории или водного объекта – моря, озера, водохранилища, реки, подземных вод; количественное выражение круговорота воды в природе.

5. Верховодка – гидрогеологический термин, означающий верхний горизонт грунтовых вод различного генезиса, часто временный.

6. Выборочный дренаж – нерегулярное расположение дрен на осушаемой территории. Устраивается на землях с холмистым рельефом на переувлажненных склоновыми, поверх-

ностными и грунтовыми водами отдельных участках (при осушении западин, узких тальвегов, склонов с выклинивающимися родниками и т.д.). В наиболее низких местах создают закрытые собиратели или фильтры-поглотители. Конструкции выборочного дренажа назначаются в зависимости от гидрогеологических условий.

7. Гидрология – наука, изучающая природные воды, их взаимодействие с атмосферой и литосферой, а также явления и процессы, в них протекающие (испарение, замерзание и т. п.). Объектом изучения гидрологии является гидросфера, находящаяся на земле в виде океанов, морей, рек, озер, болот, снега, ледников, почвенной и грунтовой воды.

8. Гидрогеология – наука о подземных водах в литосфере, изучающая происхождение подземных вод, условия залегания и распространения их в земной коре, законы движения, взаимодействие с водовмещающими породами, подземными газами и биосферой, формирование химического состава и возможности их использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения, орошения и т.д.

9. Геоморфология – наука о рельефе, его внешнем облике, происхождении, истории развития, современной динамике и закономерностях географического распространения.

10. Головная дрена – закрытая горизонтальная (как правило) дрена для перехвата и понижения уровня грунтовых или грунтово-напорных вод, поступающих на осушаемую территорию со стороны внешнего водосбора.

11. Затопление – естественное или искусственное покрытие поверхности слоем воды. Происходит в период наводнения, паводка, половодья или в результате создания водоподпорного сооружения в русле реки, ручья, местного стока. Затопление может быть постоянным или временным.

12. Дамба обвалования – вид дамбы для защиты от затопления сельскохозяйственных угодий, территорий народно-хозяйственных объектов, улучшения санитарных условий водоемов, для ограждения растекания гидросмеси (предотвращения растекания за пределы намываемого участка).

13. Дрена – подземный искусственный водоток (труба, скважина, полость) для сбора и отвода почвенно-грунтовых вод и аэрации почвы, осушения оснований дорожных насыпей, территорий под застройку и др.

14. Дренаж – сбор и отвод избыточных почвенно-грунтовых вод за пределы осушаемой территории с помощью искусственных водотоков – дрен.

15. Дренаж гидромелиоративный – часть осушительной сети, обеспечивающая сбор и отвод в проводящую сеть или водоприемник. Дренаж гидромелиоративный включает в себя вертикальный, горизонтальный, комбинированный, кротовый, щелевой, дренаж засоленных земель, выборочный и др.

16. Дренажная сеть – совокупность элементов осушительной системы с использованием закрытого дренажа. Дренажная сеть включает в себя регулирующую сеть (дрены), перехватывающие дрены (головные, береговые, отсечные), коллекторы (открытые или закрытые), магистральный канал и водоприемник, а при машинном осушении дамбы и насосные станции.

17. Дренажная скважина. Любая скважина или колодец, из которой ведется извлечение подземных вод к (самоизливам или откачкой), является вертикальной дренажной для того горизонта, в который она опущена.

18. Дренажное полотно – строительный материал (профилированная мембрана), который применяется для защиты сооружений, которые заглублены в землю, от почв и грун-

товых вод. К примеру, гидроизоляция фундаментов или подвалов. Профилированная мембрана представляет собой одно-, двух- или трехслойную конструкцию. Основа - полотно из полиэтилена высокой плотности (HDPE), с выдавленными округлыми шипами высотой от 8 до 20 мм. Дополнительными слоями могут быть защитная мембрана из листового полиэтилена или фильтрующая геотекстильная мембрана.

19. Избыточное увлажнение – переувлажнение, состояние длительного перенасыщения почвы влагой, при котором формируется оглеение и заболачивание. Обуславливает снижение содержания воздуха в почве, затрудняет газообмен с атмосферой, значительно уменьшает содержание кислорода в почвенном растворе, приводит к замедлению окислительных процессов и разложению органического вещества под воздействием анаэробных бактерий с использованием кислорода минеральных соединений.

20. Канал – искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте. По назначению подразделяются на: осушительные, оросительные, судоходные, энергетические (деревационные), обводнительные, водопроводные, лесосплавные, рыбоводные, комплексного назначения. По способу подачи воды – самотечные и с механическим подачей воды.

21. Кольцевой дренаж – вид трубчатого дренажа (горизонтального или вертикального) для понижения уровня грунтовых вод на объектах промышленного или гражданского строительства. Линии кольцевого дренажа обычно замкнуты и имеют конфигурацию защищаемого объекта.

22. Коллектор в мелиорации – подземный трубопровод (закрытый коллектор) или открытый канал (открытый коллектор), предназначенный для приема грунтовых, поверх-

ностных и сбросных вод и транспортирования их в водоприемник или проводящий канал.

23. Канализационный колодец – сооружение на канализационной сети, служащее для наблюдения за работой сети и необходимое для прочистки, промывки и т.д. Канализационный колодец обычно состоит из рабочей камеры и горловины над ней, на которой уложен люк с крышкой.

24. Колодец смотровой служит для наблюдения за работой дренажной системы. Колодец смотровой устанавливают при сильном изменении направления крупных коллекторов, в местах слияния более трех закрытых коллекторов, а также при резком изменении уклонов коллекторов от большего к меньшему.

25. Коэффициент заложения откосов – величина, характеризующаяся отношением заложения откоса **b** к его высоте **h** (см. рис.) $m=b : h$. В практике иногда используют величину обратную коэффициенту заложения откоса, называемую крутизной откоса. Устойчивость каналов и насыпей обеспечивается правильным назначением коэффициента заложения откоса.

26. Культуртехнические мероприятия – это комплекс мероприятий по расчистке поверхности от древесной растительности, пней, погребённой в торфе древесины, камней, уничтожение кочек, мохового очеса, разделки дернины, планировке поверхности, созданию и улучшению почвенного слоя.

27. Оглеение – биохимический процесс, связанный с восстановлением в анаэробных условиях ряда минеральных соединений, главным образом железа и марганца, в присутствии органического вещества с участием микроорганизмов.

28. Осушение – комплекс организационно-хозяйственных, технических и агротехнических мероприятий проводится для коренного улучшения болотных (слой торфа более 30см), заболоченных (слой торфа менее 30см) и избыточно увлажнённых минеральных земель постоянного (подтопления и затопления земель) и кратковременного переувлажнения. Осушение заключается в недопущении поступления или в усилении отвода воды из расчетного слоя почвы и грунта, позволяющего регулировать водный и связанные с ним воздушный, тепловой и пищевой режимы.

29. Осушительная система – избыточно увлажненные территории вместе с сетью каналов и дрена, гидротехническими и эксплуатационными сооружениями, обеспечивающими ее осушение и в засушливые периоды – увлажнение осушаемых земель.

30. Метод осушения – характеризует основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в благоприятный (оптимальный) для их хозяйственного использования. Метод осушения определяет направленность мелиоративных мероприятий, принимается в зависимости от типа водного питания осушаемых земель с учетом характера их использования.

31. Мелиоративный режим – совокупность показателей, характеризующих управляемые с помощью мелиорации (в частности осушения) факторы жизнедеятельности сельскохозяйственных растений и плодородия почв.

32. Микрорельеф – рельеф, включающий небольшие по размеру понижения и повышения диаметром 10-30 м, глубиной 5 – 10 см и высотой 5...100 см, являющиеся деталями более крупных форм участков земли (бугры, холмики рою-

щих животных, прирусовые валы и косы, небольшие воронки, блюдца, ложбины стока, рытвины т.п.).

33. Ограждающая сеть осушительной системы – сеть предназначенная для защиты осушаемой площади от поступления поверхностных и подземных вод с прилегающего внешнего водосбора и разгрузки регулирующей сети.

34. Пристенный дренаж – вид трубчатого горизонтального дренажа, применяемого при неглубоком залегании водопора, для перехвата притекающих к сооружению грунтовых вод. Дренаж эффективен при наличии слабопроницаемых слоистых грунтов, укладываемых одновременно с возведением сооружений. Пористые дренажные трубы укладывают на песчано-гравийную подготовку с обсыпкой слоем гравия и песка.

35. Пластовый дренаж – вид трубчатого горизонтального дренажа, применяемого при наличии в основании сооружений мощного водоносного слоя.

При этом под все сооружение отсыпают слой гравия (гранитного щебня) на песчаную подготовку, выходящий за периметр сооружения и снабженный водоотводящей дренажной трубой.

36. Подтопление – устойчивое повышение УГВ, вызванное хозяйственной деятельностью человека или иногда естественными причинами.

37. Способ осушения – способ сбора и отвода избыточных поверхностных и (или) подземных вод осушаемых земель, сочетания технических средств и агротехнических приемов для осушения земель.

38. Проводящая сеть (магистральные каналы, транспортирующие собиратели различного порядка, открытые или закрытые коллекторы) предназначены для своевременного приема воды из регулирующей и ограждающей сетей и от-

вода ее в водоприемник. В засушливый период эту сеть можно использовать для подачи воды на увлажнение или дополнять ее специальными сооружениями (трубопроводами, сооружениями).

39. Сток дренажный – процесс тока грунтовых и трансформированных водопоглотителями поверхностных вод, собираемых и отводимых дренами или дренажными системами при осушении избыточно увлажненных минеральных земель или болот. Количественно выражается модулем дренажного стока и слоем стока за расчетные периоды. Режим стока дренажного зависит от типа водного питания, климатических условий и конструктивных особенностей дренажа.

40. Типы водного питания – обобщенная мелиоративная характеристика, качественно определяющая источники переувлажнения земель. Обусловлены климатическими, геологическими, гидрогеологическими, геоморфологическими, почвенно-литологическими условиями местности. Количественной характеристикой типа водного питания является водный баланс.

41. Устьевое сооружение – водопропускное сооружение в устье коллекторов осушительных систем или сбросных каналов оросительных систем (а также каналов ливневой канализации и т.п.) при сопряжении с руслом.

42. Фильтрующая засыпка дрен – слой материала из песка и гравия, предназначенный для образования защитной фильтрующей или зоны. Фильтрующая засыпка дрен, как и обратный фильтр, увеличивает водоприемную способность дренажа и предохраняет его от кольматации и заиления. В качестве естественного фильтрующего материала используются гравий, средне- и крупнозернистый песок, волокнистый торф, солома, древесные опилки.

Литература

1. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков // Сельхозгиз. – 1960. – С. 54-66.
2. Мелиорация и водное хозяйство: Справочник. Т. 3 «Осушение» / Под ред. Маслова Б.С. – М.: ЭкоСт, 2001.- 606 с.
4. Мелиорация земель: Учебник/Под ред. Голованов А.И./ Санкт-Петербург, «Лань» 2015. 825 с. ISBN 1303-3/1113.
5. Мелиорация земель. (Раздел "Осушительные мелиорации") / Учебное пособие для вузов/ Пчелкин В.В., Каблуков О.В. – М., РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2021. – 126 с. ISBN 978-5-00147-275-9.
6. Основы научной деятельности/ Учебное пособие для вузов/ Пчелкин В.В., Сурикова Т.И., Семенова К.С. – М., РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2018. – 138 С. ISBN 978-5-9675-1686-3.
7. Осушение населенных пунктов/ Учебное пособие для вузов/ Пчелкин В.В. – М., РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2018. – 164 С. ISBN 978-5-9675-1711-2.
8. Учебная практика «Научно-исследовательская работа (Получение первичных навыков научно-исследовательской работы)» / Учебное пособие для вузов/ Пчелкин В.В., Корнеев И.В., Кузина О.М., Владимиров С.О., Семенова К.С. – М., Изд-во «Спутник +», 2021. – 102 с. ISBN 978-5-9973-5901-0.
9. Патент № 2483162 Российская Федерация. Способ строительства вертикального дренажа/ Пчёлкин В.В., Сметанин В.И. – опубл. 27.05.2013. – Бюл. № 15.
10. Патент № 2725468 Российская Федерация. Способ строительства осушительной системы/ Пчелкин В.В., Никольский Ю.Н., Корнеев И.В. – опубл. 02.07.2020 – Бюл. № 19.
11. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям. Марков Е.С., Айдаров И.П., Богушевский А.А. и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 386 с. -399 экз.

12. Рекультивация нарушенных земель: Учебник/ А.И. Голованов, В.И. Сметанин, Ф.М. Зимин. – 2-е изд. Испр., и доп. С.-Петербург, «Лань» 2015. - 326 с. ISBN 978-5-8114-1808-4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Причины подтопления территорий.....	4
1.1. Естественные причины подтопления.....	4
1.2. Типы водного питания.....	6
1.3. Подтопление территорий, вызванное искусственными причинами.....	13
2. Методы и способы защиты территорий от Переувлажнения.....	17
2.1. Организация и ускорение поверхностного стока.....	17
2.2. Понижение уровня грунтовых вод.....	19
2.3. Защита территорий от затопления и подтопления.....	20
2.4. Искусственное повышение поверхности земли.....	21
2.5. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений.....	22
2.6. Устранение утечек из водопроводных и канализационных сетей.....	23
2.7. Регулирование рек-водоприемников.....	24
3. Осушительные системы.....	26
3.1. Конструкции открытой осушительной сети.....	27
3.2. Конструкции закрытой осушительной сети.....	30
3.3. Осушение коттеджных и дачных участков.....	53
3.4. Сооружения на осушительной сети.....	55
3.5. Расчет фильтрующей обсыпки и водоприемных отверстий дренажных труб.....	59
4. Проектирование осушительных систем сельских населенных пунктов и дачных участков при осушении.....	64
4.1. Однолинейные осушительные системы.....	64
4.2. Контурные осушительные системы.....	70

4.3.	Систематические дренажные системы.....	72
4.4.	Смешанные осушительные системы.....	74
4.5.	Особенности дренирования коттеджных участков.....	77
5.	Расчет осушительной сети.....	88
5.1.	Расчет открытой осушительной сети.....	88
5.2.	Расчет закрытого горизонтального дренажа.....	91
5.3.	Расчет вертикального дренажа.....	107
6.	Методические указания по выполнению курсового проекта «Осушение коттеджного поселка».....	121
6.1.	Природные условия территории и причины подтопления объекта.....	124
6.1.1.	Общие сведения об объекте осушения.....	124
6.1.2.	Климатические условия.....	125
6.1.3.	Геологические и гидрогеологические условия.....	128
6.2.	Причины подтопления коттеджного поселка.....	130
6.3.	Схема осушения объекта.....	133
6.4.	Расчет кольцевого горизонтального дренажа.....	134
6.5.	Расчет площадного (систематического) дренажа.....	138
6.6.	Расчет однолинейного горизонтального дренажа.....	140
6.7.	Проектирование осушительной сети в плане.....	143
6.8.	Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.....	145
6.9.	Гидрологический расчет нагорного канала (НЛК).....	149
6.10.	Гидравлический расчет элементов (НЛК).....	152
6.11.	Сооружения на осушительной сети.....	153
	Приложения.....	157

Глосарий.....	165
Литература.....	173

Учебное пособие

Пчёлкин Виктор Владимирович

Осушение земель поселений

Учебное пособие

Издательство «Спутник+»

109428, Москва, Рязанский проспект, д. 8А.

Тел.: (495) 730-47-74, 778-45-60 (с 9.00 до 18.00)

<http://www.sputnikplus.ru> E-mail: print@sputnikplus.ru

Подписано в печать

Формат 60х90/16.

Бумага офсетная. усл. печ. л. 11,13. Тираж – 100 экз. Заказ

Отпечатано в ООО «Издательство «Спутник+»

