

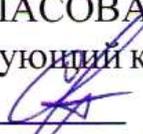
Учреждение образования «Брестский государственный технический
университет»

Факультет инженерных систем и экологии

Кафедра «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

СОГЛАСОВАНО

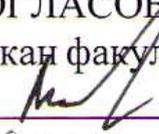
Заведующий кафедрой

 С. В. Андреюк

«16» декабря 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 А. А. Волчек

«16» 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЕ»**

для специальности:

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»,
1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Составитель: В.В. Мороз – доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и
охраны водных ресурсов, канд. техн. наук, доцент

Рассмотрено и утверждено на заседании научно-методического совета
университета 29.12.2022 г.,
протокол № 3

рег. № УМК 22/23 - 60

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Конспект лекций по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Методические рекомендации к практическим занятиям и выполнению курсовой работы по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебная программа дисциплины «Инженерные сети и оборудование»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК

- повышение эффективности образовательного процесса специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»;
- внедрение перспективных технологий хранения и передачи информации в электронном виде;
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК

содержит теоретический, практический, вспомогательный раздел и раздел по контролю знаний студентов.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

Необходим IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации.

1 Теоретический раздел

[#Структура](#)

Конспект лекций по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

[Тема 1 Введение](#)

[Тема 2 Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения.](#)

[Тема 3 Противопожарные водопроводы зданий](#)

[Тема 4 Насосы и насосные станции](#)

[Тема 5 Наружная водопроводная сеть](#)

[Тема 6 Проектирование внутренней сети водоотведения здания](#)

[Тема 7 Проектирование водоотводящих сетей](#)

[Тема 8 Водоотведение. Наружные сети](#)

[Тема 9 Дождевая канализационная сеть. Водостоки](#)

[Тема 10 Системы и схемы водоснабжения](#)

[Тема 11 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.](#)

[Тема 12 Очистка и обеззараживание воды](#)

[Тема 13 Очистка сточных вод](#)

[Тема 14 Мусороудаление](#)

Значение водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий в развитии строительства и благоустройства объектов и населенных мест. Краткая история состояния и развития водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий. Роль отечественной науки и техники.

Целью данной дисциплины является изучение устройства водопровода и канализации как части инженерного оборудования и сетей зданий и сооружений в сфере гражданского и промышленного строительства.

Задачами данной дисциплины являются:

- а) изучить устройство внутреннего водопровода и канализации зданий и сооружений;
- б) изучить устройство наружных сетей и сооружений водопровода и канализации.

Первые сведения о создании **искусственных сооружений для вододобычи** (колодцах) датируются III тысячелетием до н. э. Простейшие механизмы, применяемые для подъема воды (сродни «журавлям»), появились в Древнем Египте. Жители Вавилона научились поднимать воду на необходимую высоту с помощью норий и блоков. Для распределения воды из резервуаров в Вавилоне и Египте использовались деревянные, гончарные и металлические (медные, свинцовые) трубы.

В Древнем Китае источником водоснабжения служили глубокие колодцы, воду из которых поднимали ведрами с помощью блоков или воротов.

Центральные системы водоснабжения появились в период расцвета Древней Греции и Рима. В императорскую эпоху в Риме уже имелось несколько водопроводов, по которым вода самотеком поступала в город. На пересечении оврагов или долин каналы проводили по акведукам (специальным мостам). Частично акведуки сохранились до наших дней. На их примере можно увидеть развитие водоснабжения и изучить особенности инженерного искусства того времени. В древних городах вода накапливалась в центральных резервуарах, откуда попадала по трубопроводам к общественным купальням и баням, во дворцы и дома известных граждан, а также к бассейнам и фонтанам.

В XVI в. основным источником механической энергии, также как и в древнее время, были водяные колеса, применяемые в процессе откачки воды в рудниках и шахтах, которые имели диаметр до 12 м. В середине XVI в. научились применять сложные рычажные механизмы общей длиной до нескольких сотен метров. Научная революция в период с середины XVI в. до конца XVII в. характеризуется большим количеством открытий и теорий, оказавших большое влияние на развитие человеческого общества. С ростом численности городского населения и развития водоемких производств осваивались более удаленные источники водоснабжения и для надежности создавались водохранилища и необходимые водоподающие системы каналов и трубопроводов.

В эпоху Средневековья особое внимание начало уделяться санитарной технике. В странах Европы в XII веке стали появляться централизованные городские водопроводы.

В Париже первый самотечный водопровод был сооружен в XII веке. В XIII веке в Лондоне, Берлине началось централизованное водоснабжение.

Существенный прогресс в транспортировании воды начался с промышленной революцией и изобретением паровой машины в середине XVIII в.

Быстрыми темпами совершенствовались внутренние системы водопровода - в домах горожан появляются водоразборные краны, умывальники, души и ванны.

Сегодня система водообеспечения представляет собой целый комплекс мероприятий направленных на обеспечение водой пользователей разных категорий. Обеспечение людей качественной питьевой водой помогло существенно снизить число эпидемических заболеваний, поднять общий уровень благоустройства. Современные системы отопления и горячего водоснабжения делают проживание в квартирах и домах максимально комфортным. При этом люди имеют возможность выбирать между устройством централизованной и автономной системы водообеспечения.

При устройстве системы водоснабжения важно помнить, что от того, насколько грамотно будут проведены мероприятия, зависит качество питьевой воды, а также степень риска интоксикации химическими веществами и развития инфекционных заболеваний, передающиеся водным путем.

Увеличение объемов подаваемой воды привело к образованию большого количества стоков и резкому загрязнению водоемов. На рубеже XIX и XX вв. происходит переход водопроводных систем на снабжение городов очищенной и обеззараженной водой из рек и озер.

На очистных станциях сначала применялось отстаивание с фильтрованием, затем и метод коагулирования. Обеззараживание воды в Европе развивалось с преобладанием метода озонирования, в США и России получило наибольшее распространение хлорирование.

После второй мировой войны и по настоящее время наметились *основные тенденции развития водопровода*:

1.Сокращение расходов воды для хозяйственно-питьевых нужд.

Если на ранних стадиях истории человечества развитие водопровода ставило целью увеличение нормы потребления воды на человека, то, начиная с последней трети XX в., происходит обратный процесс - в связи с нехваткой и удорожанием водных ресурсов в промышленно развитых странах, происходит уменьшение хозяйственно-питьевого потребления воды, прежде всего, за счет сокращения ее непроизводительных потерь (утечки, прорывы, аварии и т.д.). Безусловно, речь идет только о сокращении водопотребления до уровня, не ухудшающего бытовые условия населения. Основной упор при этом делается на совершенствование качества очистки воды.

2.Создание схем полного оборотного водоснабжения для промышленных предприятий.

Загрязнение водоисточников и увеличение темпов промышленного роста способствовало разработке новых, высокоэффективных технологий, не требующих, во-первых, больших объемов воды и, во-вторых, использующих принципы полного оборота воды без сброса стоков. В конечном счете это позволяет сократить плату за пользование ресурсами и загрязнение окружающей среды.

3. Всестороннее совершенствование технологий очистки воды.

Традиционные, классические схемы, с успехом применявшиеся с начала XX в. в большинстве случаев на водопроводных очистных станциях (коагулирование, фильтрование, обеззараживание), к сожалению, в настоящее время не способны очищать питьевую воду до жестких санитарных требований. Причина этого - загрязнение природных вод антропогенными веществами, нехарактерными для естественной природной среды. Например, к таким загрязнениям относятся СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), нефтепродукты, соединения тяжелых металлов, пестициды и другие опасные для здоровья ингредиенты. Улучшения качества очистки можно достичь, во-первых, с помощью разработки новых, более эффективных способов и установок, во-вторых, комбинированием разных методов, в-третьих, совершенствованием уже давно известных технологий.

4. Поиск новых, нетрадиционных источников воды.

Для целей, прежде всего промышленного водоснабжения, активно ведутся работы по использованию таких, ранее не применявшихся источников воды, как атмосферная влага, условно-чистые и поверхностные сточные воды, морская вода. Такого рода исследования особенно перспективны для снабжения тех районов планеты, которые не имеют достаточного количества чистой воды от рек, озер, водохранилищ. Например, некоторые города в странах Ближнего Востока уже сейчас перешли на морские источники воды, которая очищается от солей с помощью ионного обмена.

5. Переход на трубопроводы из полимерных и композитных материалов.

Недостатки материалов, традиционно использовавшихся для изготовления водопроводных сетей, привели к созданию новых видов труб. Трубы из полимерных материалов имеют ряд преимуществ - они легкие, морозостойкие, более долговечны в эксплуатации, не подвержены коррозии и проще соединяются между собой. Другой путь совершенствования трубопроводов заключается в комбинировании различных материалов, дающем в итоге такие сочетания свойств, которых нет ни у одного отдельно взятого материала. Например, стальные трубопроводы с полимерным защитным покрытием обладают прочностью стали и коррозионной стойкостью полимеров.

Водоотведение

Общественные туалеты в Риме известны с древних времен. Их конструкция является необычной и даже странной для понимания современных городских жителей.

В отхожих местах устанавливались длинные каменные скамейки в виде полых коробов с близко расположенными друг к другу отверстиями довольно интересной формы. Между посетителями не было каких-либо перегородок или ширм, а внутри короба имелся желоб с проточной водой. Для чего

предназначались верхние дырки – догадаться может даже ребенок, а вот зачем нужны проемы, находящиеся на переднем фасаде и объединенные с верхними отверстиями?

Оказывается, общественные туалеты у древних римлян были чем-то наподобие сегодняшних курилок. Там не только «делали свое дело», но и обменивались новостями, обсуждали насущные проблемы и делились житейским опытом. Кстати, в уборных вполне можно было встретить нужных людей и получить приглашение на совместный обед или ужин от важной персоны, поэтому народ в общественные туалеты заходил просто так, без особой нужды. Конечно, это ни в коей мере не касалось представителей богатого сословия, в домах которых имелись индивидуальные «удобства» и вода. Хотя, находясь вдалеке от своего жилища, и знатым особам приходилось посещать эти общественные говорильни.

Канализационные стоки отводились по трубам в сборный канал, называемый Большая клоака. Его начали строить еще в 6 веке до н.э. при Тарквинии Древнем, но этот канал частично функционирует и по сей день. В инсулах (многоэтажных древнеримских домах) дело с туалетами обстояло по-иному. На ночь в комнаты ставили горшки, которые утром опорожнялись двумя способами: сливали содержимое в установленные на нижнем этаже специфические амфоры; выплескивали жидкую массу через окна прямо на улицу, за что налагался штраф.

Туалетные амфоры для малой нужды располагались и на оживленных улицах. Знатные вельможи и простые римляне не стеснялись прилюдно справить нужду. Емкости ставили на углу улиц, около торговых лавок и неподалеку от площадей.

А что делали с наполненными амфорами? Нет, жидкость не выливали в канализацию, ее использовали... в прачечных-красильнях! Да-да, тунки и тоги distinguished граждан за неимением эффективных средств часами терли рабы в неприятной жидкости. Сколько ж им приходилось терпеть...

В XVII в. на улицах многих городов можно было видеть свиней, валявшихся в грязи на проезжей части. Они не только загрязняли улицы, но часто оказывались причиной падения всадников.

Магистрат Берлина вынужден был в 1641 г. издать указ, по которому запрещалось выпускать свиней на улицы города. Но и после выхода этого указа состояние улиц ненамного улучшилось, и вслед за ним вышел новый, согласно которому каждый приезжавший в город за покупками крестьянин должен был на обратном пути нагрузить свою телегу нечистотами и вывезти их за пределы города. Предполагалось, что такое мероприятие позволит в какой-то мере очистить улицы от грязи. Однако даже в Париже, о котором уже шла речь, к этому времени состояние улиц по сути дела не улучшилось. В одном из отчетов за 1697 г. мэр города жалуется на то, что жильцы домов продолжают выплескивать помой прямо из окон. Канализация появилась в Париже лишь во второй половине XIX в.

Примечательно также то, что пишет о Берлине Август Бебель в 1867 г.: «Санитарные условия были очень плохи. Канализации не существовало. В водосточных канавках, тянувшихся вдоль тротуаров, скапливались помой, и в

теплые дни они распространяли зловоние. Общественных уборных на улицах не было. Это создавало невыносимые условия». Только после 1870 года Берлин перешел из состояния варварства в цивилизованное состояние и мог заслужить название столицы.

Еще более жуткую картину описывает Фридрих Энгельс, касаясь санитарного состояния улиц того времени: «...можно увидеть, как здесь, в одном только Лондоне, изо дня в день с затратой огромных средств выбрасывается в море огромное количество навоза. Какие же колоссальные сооружения необходимы для того, чтобы этот навоз не отравил весь Лондон! Даже сравнительно небольшой Берлин вот уже по крайней мере тридцать лет задыхается в своих собственных нечистотах».

Значительному улучшению санитарного состояния городов способствовали мероприятия по устройству ватерклозетов в Англии. Первые попытки в этом направлении были предприняты в 1775 г., однако лишь в 1810 г. появились более или менее приемлемые конструкции. Устройство ватерклозетов, в которых предусматривался смыв водой, привело к улучшению санитарных условий в домах, но на усадебных участках и городских улицах положение оставалось таким же неблагополучным. Поскольку никакой системы уличной канализации не существовало, нечистоты стекали в имевшиеся на каждом приусадебном участке ямы. Если количество стоков от промывки санитарных приборов было значительным, эти ямы быстро переполнялись, и сточные воды, переливаясь, стекали прямо по улицам. Были предприняты попытки углубить уличные кюветы, чтобы они могли принять большее количество сточных вод. Но это представляло опасность для быстро развивавшегося городского транспорта, и вскоре было принято решение о замене кюветов подземными каналами.

Первоначально эти каналы устраивали без какой-либо системы. Их прокладывали кратчайшим путем к расположенным поблизости водоемам, в которые и сбрасывали неочищенные сточные воды. Благодаря устройству каналов улицы стали чище, но зато сильно загрязнились водоемы, в результате чего исчезла водившаяся в них рыба. Сильное загрязнение рек во второй половине прошлого века явилось толчком для проведения различных исследований с целью определения возможности очистки сточных вод, отводимых через канализацию.

Интенсивное строительство канализации началось в Европе лишь в XIX веке. Это связано прежде всего с развитием водопровода и ростом городского населения, что поставило необходимость: во-первых, централизованного отвода большого количества образующихся сточных вод, во-вторых, очистки этих стоков перед их сбросом в водоемы, т.к. без очистки стоки сильно загрязняли водоисточники, из которых забиралась вода для водоснабжения (круг замкнулся).

К 1883 г. в Англии малосовершенные канализационные системы имелись в 50 городах. Значительно позже началось строительство канализации в Германии (Гамбург - с 1843 г., Берлин - с 1873 г.), к 1870 г. в ней насчитывалось более 50 крупных городов, имеющих канализацию. Медленно развивалось канализование городов Франции, хотя канализование самого Парижа было начато еще во

второй половине XIV столетия. Далее быстрым темпом шло строительство канализации городов США - к 1902 г. было канализовано около 1000 городов. Однако отвод стоков без очистки очень быстро привел к резкому загрязнению водоемов. Последствия этого первой ощутила та же Англия, из-за маловодности ее рек, которые не могли разбавить такого количества стоков. Поэтому еще в 1862 г. в Англии был издан закон об очистке и освобождении сточных вод перед их выпуском от фекальных масс и гниющих веществ. Затем, на основании работ специальных комиссий в 1870 и 1876 гг., были установлены нормы очистки сточных вод при выпуске их в реки в зависимости от степени разбавления.

Именно в этот период по примеру англичан многие города стали устраивать известные в наше время поля фильтрации. В результате этого реки стали чище, и, кроме того, сточные воды могли быть использованы в сельском хозяйстве. Однако поля орошения обладали рядом недостатков, и поэтому были предприняты поиски новых методов очистки сточных вод. По принципу полей орошения были разработаны биологические фильтры (биофильтры), которые применяются и в настоящее время. Первые биофильтры появились в Англии в 1893 г., в России - в 1908 г.

Был проведен ряд экспериментов с использованием для очистки сточных вод различных химикатов. Однако при больших затратах эффективность этих методов оказалась незначительной. Поскольку установили, что для дальнейшей обработки сточных вод необходимо предварительное удаление из них осадка, были разработаны различные конструкции отстойников. При этом возникла проблема обработки осадка сточных вод, который вследствие способности к гниению нельзя просто оставлять на местности. Решением вопроса явилось сбраживание осадка в специальных резервуарах.

В наше время разработаны методы искусственной биологической очистки. В 1914 г. появился метод очистки сточных вод с помощью активного ила, применяемый и сейчас как стандартный для глубокой очистки.

В промышленно развитых странах удалось во многом решить проблему очистки как стоков, так и загрязненных этими стоками поверхностных водисточников.

Тема 2 Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения.

[#ТеоретическийРаздел](#)

Внутреннее водоснабжение зданий. Классификация внутренних водопроводов в зданиях различного назначения. Системы и схемы водоснабжения зданий.

Основные элементы внутреннего водопровода зданий. Расчет системы водоснабжения зданий.

Системы и схемы водоснабжения зданий.

Внутренний водопровод представляет собой инженерную систему из трубопроводов и устройств, расположенных внутри здания, обеспечивающую подачу воды к санитарно-техническим приборам.

Классификация внутренних водопроводов изображена на рисунке 1.

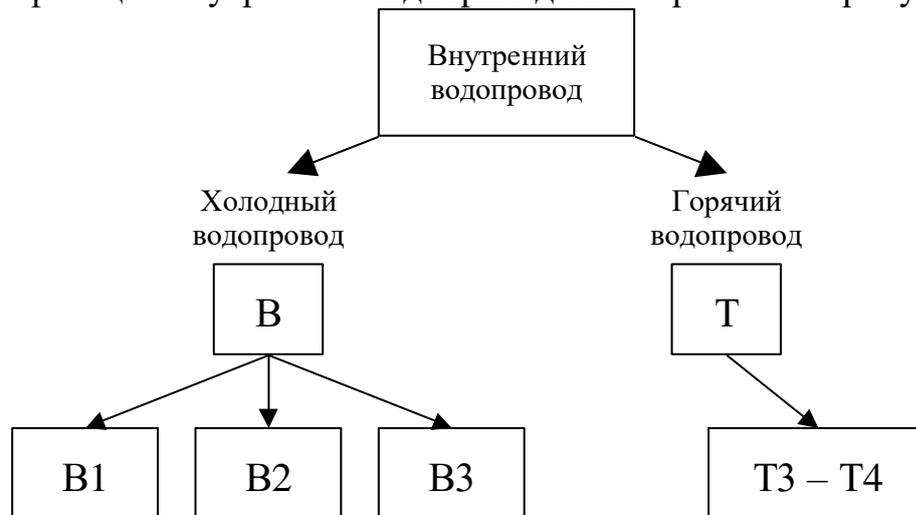


Рис. 1

Внутренний водопровод подразделяется в первую очередь на холодный (В) и горячий (Т) водопровод. На схемах и чертежах холодные водопроводы обозначаются буквой русского алфавита В, а горячие - буквой русского алфавита Т.

Холодные водопроводы имеют следующие разновидности:

В1 - хозяйственно-питьевой водопровод;

В2 - противопожарный водопровод;

В3 - производственный водопровод (общее обозначение).

Современный горячий водопровод должен иметь в здании две трубы: Т3 - подающая, Т4 - циркуляционная. Попутно отметим, что Т1-Т2 обозначаются системы отопления (теплосети), которые не относятся непосредственно к водопроводу, однако связаны с ним.

Современный **горячий водопровод Т3-Т4** имеет в здании две трубы: Т3 - это подающий трубопровод; Т4 - циркуляционный трубопровод.

1) Горячая вода в Т3-Т4 должна быть питьевой. Качество воды, подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

2) Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

а) не ниже +60С для систем централизованного горячего водоснабжения,

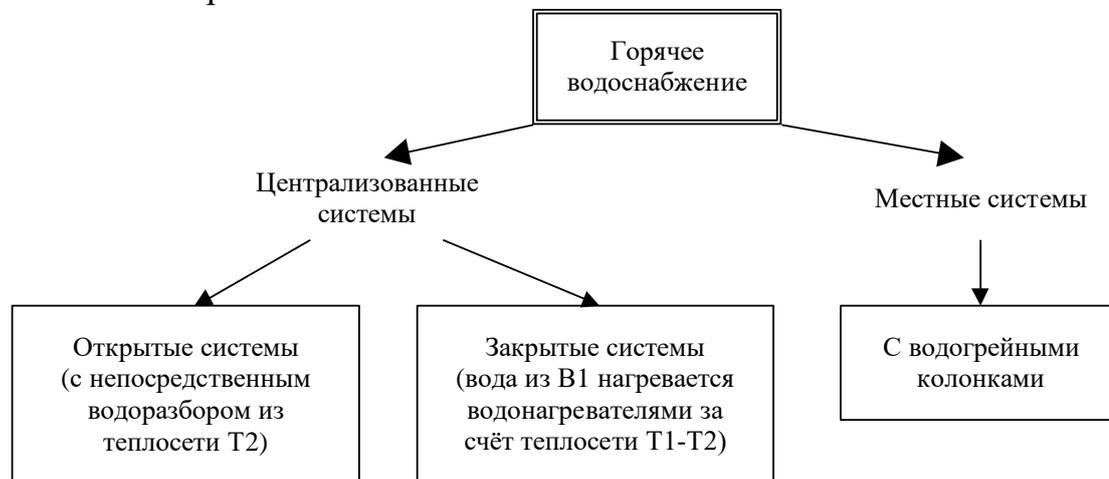
присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;

б) не ниже +50С для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения;

в) не выше +75С для всех систем, указанных в подпунктах "а" и "б".

3) В помещениях детских дошкольных учреждений температура горячей воды, подаваемой для душей и умывальников, не должна превышать +37 С.

Классификация горячего водопровода Т3-Т4 по расположению источника тепла показана на рис. 7.



Необходимо отметить, что наружных сетей горячего водопровода обычно не прокладывают, то есть горячий водопровод Т3-Т4 это типично внутренний водопровод. Классификация, показанная на рис. 2 отражает тот факт, что централизованно или местно решается расположение источника тепла. В крупных и средних городах тепло несут наружные водяные теплосети Т1-Т2 и заводят тепло в здания отдельными вводами Т1-Т2. Это централизованные системы теплоснабжения. В малых городах и населённых пунктах источник тепла находится в доме или квартире это домовая котельная или водогрейная колонка, работающая на газе, мазуте, нефти, угле, дровах или электричестве. Это местная система.

Открытая система горячего водопровода (см. рис. 2) берёт воду из обратного трубопровода теплосети Т2 непосредственно, напрямую, и далее вода поступает по трубе Т3 к смесителям в квартиры. Такое решение горячего водоснабжения не самое лучшее с точки зрения обеспечения питьевого качества горячей воды, так как вода идёт фактически из системы водяного отопления.

Закрытая система горячего водопровода (см. рис. 2) берёт воду из холодного водопровода В1. Вода нагревается с помощью водонагревателей-теплообменников (бойлеров или скоростных) и поступает по трубе Т3 к смесителям в квартиры. Часть неиспользованной горячей воды циркулирует внутри здания по трубопроводу Т4, что поддерживает постоянную необходимую температуру воды. Источником тепла для водонагревателей служит подающая труба теплосети Т1. Такое решение горячего водоснабжения уже лучше с точки зрения обеспечения питьевого качества горячей воды, так как вода берётся из системы хозяйственно-питьевого водопровода В1.

В зависимости от режима водопотребления и назначения здания сети внутреннего водопровода бывают:

тупиковыми, применяют главным образом в зданиях, где допускается перерыв в подаче воды в случае выхода из строя части сети водопровода.

кольцевыми, предусматривают в зданиях при необходимости обеспечения надежной и бесперебойной подачи воды потребителям.

комбинированными, применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

зонными, применяют в при превышении допустимых пределов гидростатического давления в системе.

По расположению магистральных трубопроводов:

с нижней разводкой, магистральные трубопроводы размещают в нижней части здания

верхней разводкой, магистральные трубопроводы размещают на чердаке или под потолком верхнего этажа.

Основные элементы внутреннего водопровода зданий.

Все трубы внутреннего водопровода обычно имеют следующие внутренние диаметры:

- 15 мм (в квартирах), 20, 25, 32, 40, 50 мм. В практике применяют стальные, пластмассовые и металлополимерные трубы.

Стальные водогазопроводные оцинкованные трубы пока имеют массовое применение для хозяйственно-питьевого водопровода В1 и горячего водопровода ТЗ-Т4.

Рекомендуется для перечисленных водопроводов в первую очередь применять пластмассовые трубы из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полибутилена, металлополимерные, из стеклопластика. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы, а также стальные с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии.

Срок службы труб холодного водопровода должен быть не менее 50 лет, а горячего водопровода не менее 25 лет. Любая труба должна выдерживать избыточное (манометрическое) давление не менее 0,45 МПа (или 45 м водяного столба).

Стальные трубы прокладываются открыто с зазором 3-5 см от строительной конструкции. Пластмассовые и металлополимерные трубы следует прокладывать скрыто в плинтусах, штрабах, шахтах и каналах.

Способы соединений водопроводных труб:

1) Резьбовое соединение. В местах стыков труб применяются фасонные соединительные детали (фитинги). Нанесение резьбы на оцинкованные трубы проводят после оцинкования. Резьба труб должна быть защищена от коррозии смазкой. Способ резьбового соединения надёжный, но трудоёмкий.

2) Сварное соединение. Менее трудоёмкое, но разрушает защитное цинковое покрытие, которое нужно восстанавливать.

3) Фланцевое соединение. Применяется в основном при монтаже оборудования (насосов и т.д.).

4) Клеевое соединение. Применяется главным образом для пластмассовых труб.

Фасонные детали (фитинги) применяются в основном для резьбового

соединения водопроводных труб. Они изготавливаются из чугуна, стали или бронзы.

Вот наиболее употребляемые **фитинги**:

-  - муфты (стыковое соединение труб равного или разного диаметра);
-  - угольники (поворот трубы на 90 градусов);
-  - тройники (боковые подсоединения труб);
-  - кресты (боковые подсоединения труб).

Водопроводная арматура может быть:

- водоразборная (краны водоразборные, банные, поплавковые клапаны смывных бачков унитазов);
- смесительная (смесители для мойки, для умывальника, общий для ванны и умывальника, с душевой сеткой и т.д.);
- запорная (вентили на диаметрах труб 15-40 мм, задвижки на диаметрах 50 мм и более);
- предохранительная (обратные клапаны - ставятся после насосов).

Приборы на водопроводе могут быть:

- манометры (измеряют давление и напор);
- водомеры (измеряют расход воды).

Насосы - это основное оборудование на водопроводе. Они повышают давление (напор) внутри водопроводных труб. Подавляющее число водопроводных насосов в настоящее время работает за счёт электродвигателей. Насосы чаще всего применяют центробежного типа.

Насосная установка на внутреннем водопроводе необходима при постоянном или периодическом недостатке напора, обычно когда вода не доходит по трубам до верхних этажей здания. Насос добавляет необходимый напор в водопроводе. Чаще всего используются насосы центробежного типа с приводом от электродвигателя. Минимальное число насосов — два, из которых один рабочий насос, а другой резервный насос. Схема насосной установки для этого случая показана в аксонометрии на рис. 4.

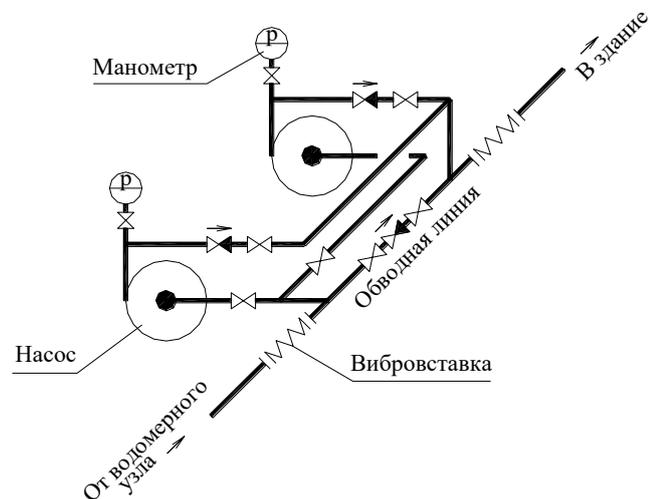


Рис. 4

Обратные клапаны препятствуют противодавлению на насос воды из здания, а также предохраняют от паразитной циркуляции. Обводная линия насосной установки в отличие от водомерного узла наоборот всегда открыта. Это связано с тем, что в периоды достаточного напора из наружной сети работа насоса не требуется. Тогда электроманометром насос выключается, а вода поступает в здание через обводную линию.

Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1 рассмотрим на примере двухэтажного здания с подвалом (рис. 2).

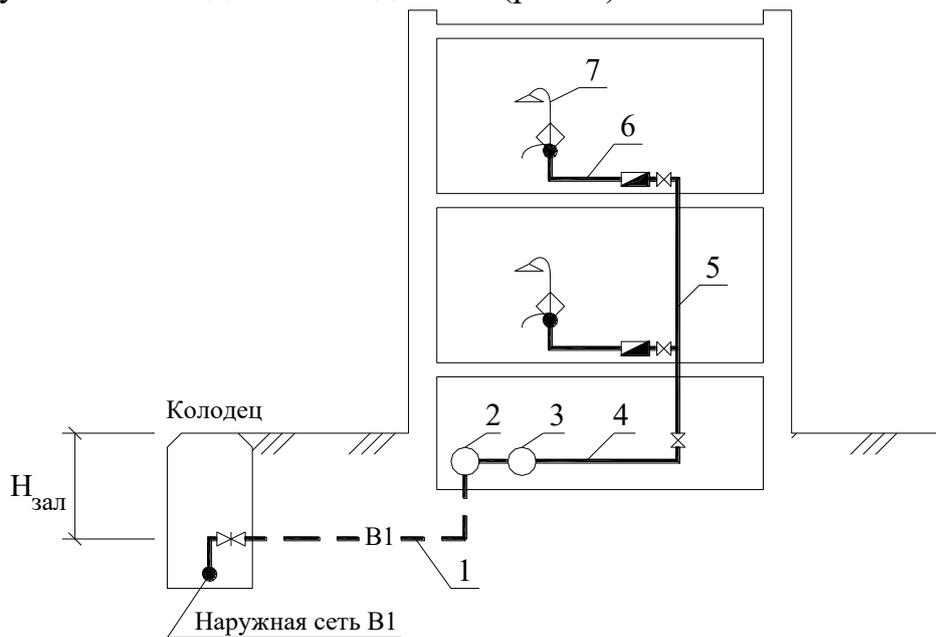


Рис. 2

Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1:

- 1 - ввод водопровода;
- 2 - водомерный узел;
- 3 - насосная установка (не всегда);
- 4 - разводящая сеть водопровода;
- 5 - водопроводный стояк;
- 6 - поэтажная (поквартирная) подводка;
- 7 - водоразборная и смесительная арматура.

Ввод водопровода — это участок подземного трубопровода с запорной арматурой от смотрового колодца на наружной сети до наружной стены здания, куда подаётся вода.

Каждый ввод водопровода в жилых зданиях рассчитан на количество квартир не более 400. На схемах и чертежах ввод обозначается, например, так:

Ввод В1-1

Это означает, что ввод относится к хозяйственно-питьевому водопроводу В1 и порядковый номер ввода № 1.

Глубина заложения трубы ввода водопровода для наружных сетей и находится по формуле:

$$H_{зал} = H_{промерз} + 0,5 \text{ м},$$

где $H_{промерз}$ — нормативная глубина промерзания грунта в данной местности; 0,5 м — запас пол-метра.

Водомерный узел — это участок водопроводной трубы непосредственно после ввода водопровода, который имеет водомер, манометр, запорную арматуру и обводную линию (рис. 3).

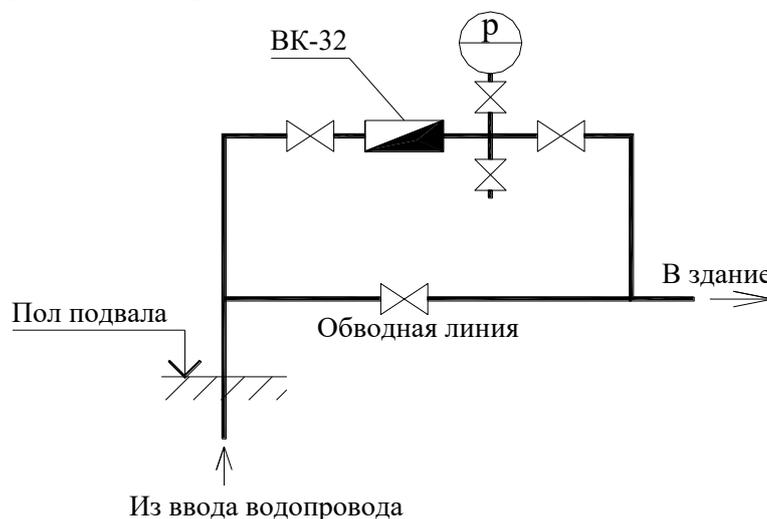


Рис. 3

Водомерный узел надлежит устанавливать у наружной стены здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже +5 °С.

Обводная линия водомерного узла обычно закрыта, а арматура на ней опломбирована. Это необходимо для учёта воды через водомер. Достоверность показаний водомера можно проверить с помощью контрольного крана-вентилля, установленного после него (см. рис. 3).

Разводящие **сети внутреннего водопровода прокладываются**, в подвалах, технических подпольях и этажах, на чердаках, в случае отсутствия чердаков — на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления или под полом с устройством съёмного фриза или под потолком верхнего этажа.

Трубопроводы могут крепиться:

- с опиранием на стены и перегородки в местах монтажных отверстий;

- с опиранием на пол подвала через бетонные или кирпичные столбики;
- с опиранием на кронштейны вдоль стен и перегородок;
- с опиранием на подвески к перекрытиям.

В подвалах и техподпольях к разводящим сетям водопровода присоединяют трубы диаметром 15, 20 или 25 мм, подающие воду к поливочным кранам, которые обычно выводят в ниши цокольных стен наружу на высоте над землей около 30-35 см. По периметру здания поливочные краны размещают с шагом 60-70 метров.

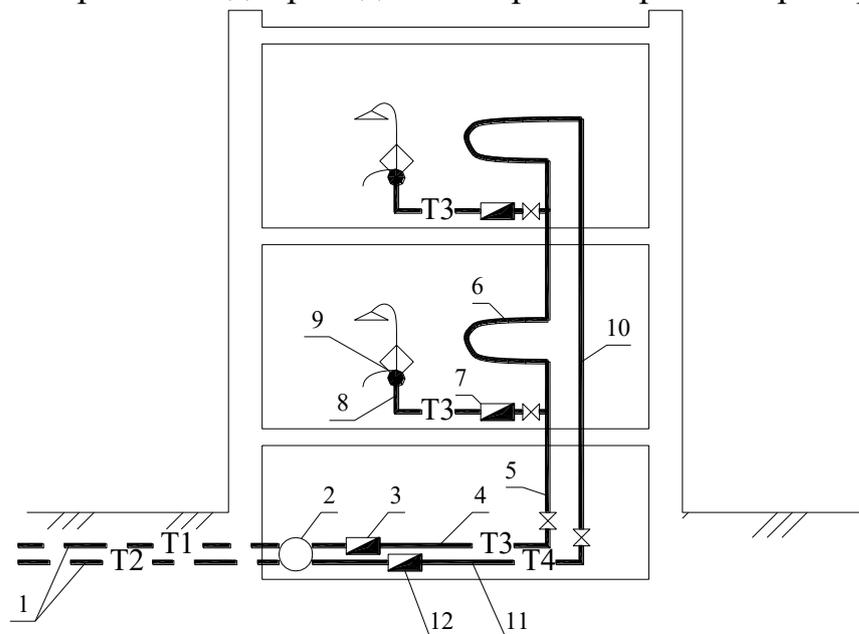
Стояком называется любой вертикальный трубопровод. Водопроводные стояки размещают и конструируют по следующим принципам:

- 1) Один стояк на группу близкорасположенных водоразборных приборов.
- 2) Преимущественно в санузлах.
- 3) С одной стороны от группы близкорасположенных водоразборных приборов.
- 4) Зазор между стеной и стояком принимают 3-5 см.
- 5) В основании стояка предусматривают запорный вентиль.

Поэтажные (поквартирные) подводки подают воду от стояков к водоразборной и смесительной арматуре: к кранам, смесителям, поплавковым клапанам смывных бачков. Диаметры подводов обычно принимают без расчёта 15 мм. Это связано с тем же диаметром водоразборной и смесительной арматуры.

Непосредственно около стояка на подводке устанавливают запорный вентиль 15 мм и квартирный водомер. Далее подводят трубы к кранам и смесителям, причём ведут трубы на высоте 10-20 см от пола. Перед смывным бачком на подводке устанавливают дополнительный вентиль для ручной регулировки напора перед поплавковым клапаном.

Элементы горячего водопровода Т3-Т4 рассмотрим на примере рис. 8.



1 - ввод теплосети в техподполье здания. Это не элемент горячего водопровода.

2 - тепловой узел. Здесь реализуется схема (открытая или закрытая) горячего водопровода.

3 - водомер на подающей трубе горячего водопровода Т3 у теплового узла.
4 - разводящая сеть подающих трубопроводов Т3 горячего водопровода.
5 - подающий стояк Т3 горячего водопровода. В его основании устанавливают запорный вентиль.

6 - полотенцесушители на подающих стояках Т3.

7 - квартирные водомеры горячей воды на поэтажные подводках Т3.

8 - поэтажные подводки горячей воды Т3 (обычно \square 15 мм).

9 - смесительная арматура (на рис. 8 показан смеситель общий для умывальника и ванны с душевой сеткой и поворотным изливом).

10 - циркуляционный стояк Т4 горячего водопровода. В его основании тоже устанавливают запорный вентиль.

11 - отводящая сеть циркуляционных трубопроводов Т4 горячего водопровода.

12 - водомер на циркуляционной трубе горячего водопровода Т4 у теплового узла.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Определение расходов воды осуществляется после построения аксонометрической схемы водопровода. Для этого расчетное направление (направление от диктующего водоразборного устройства до водомерного узла) разбивается на расчетные участки. За расчетный участок принимается отрезок сети, на котором расход воды не изменяется.

Сети внутреннего водопровода рассчитывают на пропуск максимальных секундных расходов воды ко всем водоразборным устройствам.

Критерием водообеспеченности сети является подача нормативного расхода воды к диктующему водоразборному устройству.

Максимальный секундный расход холодной воды (q_c) на расчетном участке сети следует определять по формуле:

$$q_c = 5 \cdot q_o^c \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (1)$$

где q_o^c – секунднй расход холодной воды, л/с величину которого следует определять согласно приложения 3 [1] п.1.8;

α – коэффициент, определяемый согласно приложения 4 [1] в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,i}^c \cdot I}{q_o^c \cdot N \cdot 3600}, \quad (2)$$

где $q_{hr,i}^c$ – норма расхода холодной воды в час наибольшего водопотребления, л/ч, определяемая согласно приложения 3 [1];

N – общее число водопотребителей, обслуживаемые расчетным участком.

Назначением гидравлического расчета внутреннего водопровода является определение наиболее экономичных диаметров труб для пропускa расчетных

расходов воды, суммарных потерь напора от наружной сети до диктующего водоразборного устройства, а также требуемого напора для внутреннего водопровода.

Определение потерь напора по длине расчетных участков рекомендуется проводить, *заполняя нижеследующую таблицу.*

Расчётный участок	N	P	N•P	α	q, л/с	Диаметр труб d, мм	Скорость движения воды, V, м/с	Длина Участка l, м	1000i, мм/м	Потери напора $h = i \cdot l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Определение гидравлических потерь по длине расчетных участков водопровода

При назначении диаметров труб необходимо, чтобы скорости движения воды в трубах не превышали 1,5 м/с в магистральных и стояках, и 2,5 м/с в подводках к водоразборным устройствам.

Потери напора в местных сопротивлениях принимаются равными 30 % от потерь напора по длине (в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий). Суммарные гидравлические потери напора на вводе определяются по формуле:

$$h_{вв} = 1,3 \cdot i \cdot l \quad (3)$$

где: l – длина ввода, м;

i – удельные потери напора на вводе, м/м

Потери напора в счетчике воды определяются по формуле:

$$h_{сч} = S q^2, \quad \text{м} \quad (4)$$

где: s – гидравлическое сопротивление счетчика $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$;

q – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с

Для определения величины S необходимо подобрать диаметр условного прохода счетчика. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{\text{ч.ср.}} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (5)$$

где: Q_0 – норма водопотребления, л/сут на 1 человека

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика не должна быть меньше величины среднечасового расхода воды.

При учете расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды потери напора в крыльчатых счетчиках не должны превышать 2,5 м, а в турбинных - 1м. Если потери напора в счетчике оказались меньше 20 % допустимых, следует принять другой счетчик.

Требуемый напор для внутреннего водопровода определяется из выражения:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{г}} + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + \sum h_1 + \sum h_m + H_{\text{ф}}, \quad \text{м} \quad (6)$$

где: H_g – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода, м;

$\sum h_l$, $\sum h_m$ – суммарные потери напора по длине и в местных сопротивлениях расчетных участков, м;

H_f – свободный напор у диктующего водоразборного устройства

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора **$H_{гар}$** .

При $H_{тр} < H_{гар}$ до 1 м результаты расчета удовлетворительные.

Если $H_{тр} < H_{гар}$ на величину более 1 м, следует уменьшить диаметр труб на некоторых расчетных участках.

При $H_{тр} > H_{гар}$ до 2 м следует проводить возможность увеличения диаметров расчетных участков.

Если $H_{тр} > H_{гар}$ более 2 м, необходимо предусмотреть насосную установку.

Подбор насоса осуществляется по расчетной его подаче, равный расходу воды на вводе, и напору, определяемому из выражения:

$$H = H_{тр} - H_{гар} + h_{н.у.}, \quad \text{м} \quad (7)$$

где: $h_{н.у.}$ – потери напора в насосной установке, $h_{н.у.} = (1,5 - 2,5)$ м

Марка насоса может быть подобрана каталогам насосного оборудования.

Тема 3 Противопожарные водопроводы зданий

#ТеоретическийРаздел

Пожарные краны, спринклерные и дренчерные противопожарные системы водоснабжения.

Внутренний *пожарный водопровод* предназначен для тушения пожара в начальной стадии возникновения, а также для тушения пожаров как вспомогательных средств, в дополнение к струям от пожарных машин.

Стояки В2 принимают диаметром не менее 50 мм и прокладывают в лестничных клетках и коридорах. По использованию технических средств подачи воды к очагу пожара противопожарные водопроводы подразделяются на:

- *простые* (оборудованные пожарными кранами ручного действия);
- *полуавтоматические* (дренчерные или водяные завесы);
- *автоматические* (сплинклерные).

Противопожарный водопровод проектируется как в самостоятельную внутреннюю сеть, так и совместно с хозяйственно-питьевой.

Внутренний противопожарный водопровод **не следует предусматривать:**

а) в зданиях общеобразовательных школ, в том числе школ, имеющих актовые залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, а также в банях;

б) в зданиях кинотеатров сезонного действия на любое число мест;

в) в производственных зданиях, в которых применение воды: может вызвать взрыв, пожар, распространение огня.

г) в производственных зданиях I и II степени огнестойкости из негорючих, материалов категорий Г и Д независимо от их объема и в производственных зданиях III - V степени огнестойкости объемом не более 5000 м³ категорий Г, Д;

д) в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, а также в помещениях для хранения овощей и фруктов и в холодильниках, не оборудованных хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом, для которых предусмотрено тушение пожаров из ёмкостей (резервуаров, водоемов).

В зданиях и сооружениях из деревоклееных конструкций или незащищенных несущих металлических конструкций расход воды на внутреннее пожаротушение следует увеличивать на 5 л/с (одна струя); при применении ограждающих конструкций с полимерными утеплителями - на 10 л/с (две струи по 5л/с каждая) с объемом зданий до 10 000 м³.

При большем объеме здания расход воды необходимо увеличивать на 5 л/с на каждые полные или неполные 100 000 м³.

Задача расчета простых противопожарных систем заключается в определении требуемого напора для подачи воды к наиболее высоко расположенному и наиболее удаленному пожарному крану.

Свободные напоры у внутренних пожарных кранов должны обеспечивать получение компактных пожарных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части здания.

Наименьшую высоту и радиус действия компактной части пожарной струи

следует принимать равными высоте помещения, считая от пола до наивысшей точки перекрытия (покрытия), но не менее:

6 м — в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой до 50 метров;

8 м — в жилых зданиях высотой свыше 50 метров;

16 м — в общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой свыше 50 метров.

Пожарные краны. Спринклерные и дренчерные системы.

Пожарные краны \varnothing 50 мм располагают на высоте 1,35 м над полом. Их помещают в шкафчиках, имеющих отверстия для проветривания, приспособленных для их опломбирования и виртуального осмотра без вскрытия, куда кладут свёрнутый пеньковый пожарный рукав длиной 10, 15 или 20 м. На одном конце рукава имеется полугайка для быстрого присоединения к пожарному крану, а на другом конце конический пожарный ствол для получения компактной водяной струи длиной около 10-20 метров.

В пожарных шкафах производственных, вспомогательных и общественных зданий следует предусматривать возможность размещения двух ручных огнетушителей.

В здании или частях здания, разделенных противопожарными стенами, следует применять спрыски, стволы и пожарные краны одинакового с ним диаметра и пожарные рукава одной длины.

Внутренние пожарные краны следует устанавливать преимущественно у входов, на отапливаемых площадках за исключением незадымляемых) лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах, при этом их расположение не должно мешать эвакуации людей.

Полуавтоматические **дренчерные установки** предназначены для создания водяных завес из мелких капель во время пожара. Они применяются на сценах зрительных залов, а также в боксах крупных производственных гаражей.

Главным элементом является дренчер-ороситель это особый вид водоразборной арматуры.

Под потолок прокладывается стальная труба диаметром не менее 20 мм и на ней с шагом 3 метра устанавливаются дренчеры, направленные вниз. В ожидании действия система находится без воды, то есть она сухотрубная. При возникновении пожара нажимают на кнопку, почему система и считается *полуавтоматической*, так как срабатывает от кнопки. В результате включается пожарный насос и открывается электроздвижка и вода по трубе поступает к дренчерам. Те распыляют воду вниз, например, на занавес сцены и создают водяную завесу, которая кроме тушения огня также способствует благоприятному психологическому эффекту, несколько сбивая панику среди зрителей в зале.

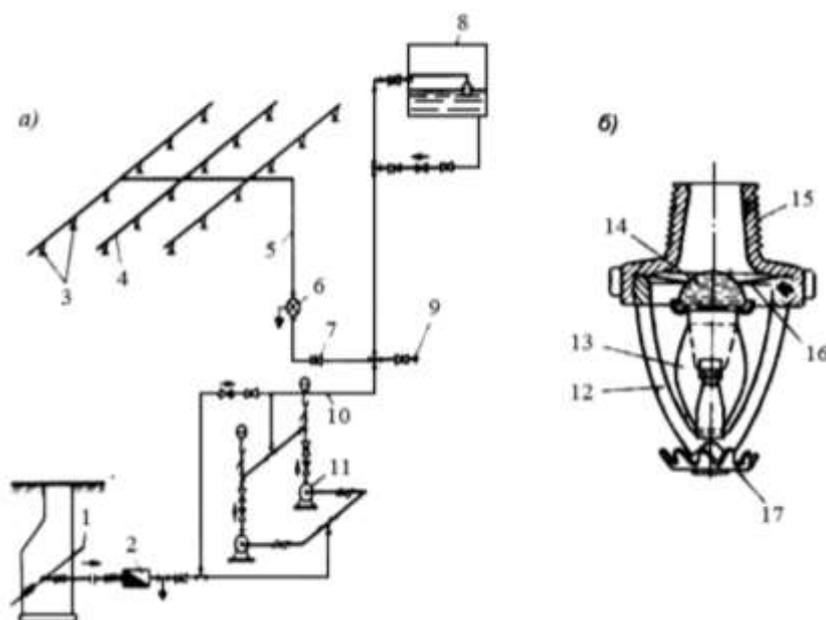
Автоматические спринклерные установки предназначены для создания площадного орошения водой при тушении пожара. Они применяются в архивах библиотек и документации, в торговых залах крупных супермаркетов и в складах с повышенной пожароопасностью. Главным элементом является

спринклер-ороситель это особый вид водоразборной арматуры.

Под потолком помещения прокладывается разводящая сеть из стальных труб диаметром не менее 20 мм и на них с шагом 3 метра устанавливаются спринклеры, направленные вниз.

В ожидании действия система находится под напором. При возникновении пожара под конкретным спринклером внутри него расплавляется легкоплавкая вставка и он сам автоматически открывается и начинает поливать-брызгать водой вниз туда, где возник пожар, почему система и называется автоматической, так как срабатывает без участия человека.

Спринклерные противопожарные установки предназначены для автоматического тушения пожара, возникшего в помещении. Их применяют в помещениях с повышенной пожарной опасностью.



Установка (рис. 1.21, а) состоит из следующих основных элементов: спринклерных головок 3, смонтированных на ветвях 4 распределительной сети, контрольно-сигнального пускового клапана 6 и главной задвижки 7, смонтированных на главном подающем стояке 5, водонапорного бака (автоматического водопитателя) 8, устройства для присоединения резервного водопитателя 9 и основного водопитателя насосной установки 11, водомерного узла 2, присоединенного к магистральному трубопроводу наружного водопровода 1

Спринклерные головки (оросители) ввертывают на резьбе в стальные трубы на расстоянии 3 – 4 м друг от друга в шахматном порядке в плане. В корпусе 15 спринклера установлена диафрагма 16 с отверстием диаметром 8, 10 или 12,7 мм, которое закрыто стеклянным полусферическим клапаном 14, поддерживаемым тремя медными или латунными пластинами 13, соединенными легкоплавким сплавом. Температура плавления сплава 72, 93, 141, 182 °С. Пластины замка опираются на розетку 17, прикрепленную к раме 12 головки спринклера. При повышении температуры в помещении (в результате пожара) замок расплавляется, пластины разъединяются и стеклянный клапан падает, открывая отверстие в диафрагме. Вытекающая через отверстие под

значительным напором вода, падая на розетку, разбрызгивается.

Площадь поверхности, орошаемой одним спринклером, составляет 9 – 12 м².

Спринклерные установки могут состоять из нескольких секций с числом спринклеров в каждой не более 800 и общим объемом сети труб секции не более 2 м³.

Контрольно-сигнальные (пусковые) клапаны и главные задвижки следует размещать в теплых помещениях. При возникновении пожара и повышении вследствие этого температуры воздуха в защищаемом помещении срабатывают спринклеры. В результате падения давления в трубах срабатывает контрольно-сигнальный клапан (КСК), включая сигнал и открывая доступ воде от водопитателей. Сначала (в течение 5 – 10 мин) водарасходом 10 л/с поступает из бака (автоматического водопитателя), а затем включается основной водопитатель (насосная установка).

Спринклерные установки бывают **водяные, воздушные и водовоздушные.**

Водяные системы устраивают в отапливаемых помещениях, а воздушные и водовоздушные – в неотапливаемых помещениях в районах, где продолжительность отопительного сезона соответственно более или менее 240 дней. В водяных системах спринклеры устанавливаются розетками вниз, а в других системах – розетками вверх. Гидравлический расчет спринклерных установок производят обычно на два случая питания сети: от автоматического водопитателя и от основного водопитателя. Автоматический водопитатель рассчитывают на подачу воды с расходом 10 л/с в течение 5 минут, причем объем бака не должен быть менее 3 м³. Расчетный расход сети определяют с учетом числа установленных спринклеров и диаметра отверстий диафрагм. Максимальный расход воды на секцию составляет 30 – 50 л/с в зависимости от числа оросителей и объема здания. Скорость движения воды в трубах при гидравлическом расчете 55 принимают 2 – 2,5 м/с. Рабочий напор у спринклерных головок принимают не менее 5 м.

Дренчеры бывают заливные (во взрывоопасных помещениях) и сухотрубные. Оборудование этих установок состоит из сети с открытыми оросителями (дренчерами), автоматического и основного водопитателей и узла управления в виде запорной арматуры или клапанов группового действия, которые открываются только при возникновении пожара. При включении установки образуется водяная завеса, которая предотвращает распространение пожара в другие помещения. На рис. 1.22, *а* приведена схема дренчерной установки, работа которой может быть автоматизирована с помощью спринклерных контрольных головок (оросителей), легкоплавких замков с тросовым управлением или термоэлектрических датчиков. Дренчер (рис. 1.22, *б*) в отличие от спринклера состоит из головки с диафрагмой, рамы и розетки. Выпускают открытые оросители (дренчеры) двух типов: розеточные марки ДР и лопаточные марки ДЛ с отверстиями диафрагм 8, 10 и 12,7 мм, а также оросители с повышенной до 58 – 210 м² площадью орошения, центробежные, плоские щелевые, дефлекторные, двух- и четырехструнные и другие оросители, работающие с повышенными напорами (20 – 50 м).

Размещают дренчеры на расстоянии не более 3 м друг от друга и не более 1,5 м от стен защищаемого помещения

Тема 4 Насосы и насосные станции

#ТеоретическийРаздел

Основные показатели работы. Классификация, устройство и принцип действия насосов. Рабочая характеристика центробежного насоса. Совместная работа насоса и трубопровода.

Насос — гидравлическая машина для создания потока жидкой среды.

НАСОСЫ

динамические

объемные

ЛОПАСТНЫЕ

ТРЕНИЯ

ВОЗВРАТНО-
ПОСТУПАТЕЛЬНЫЕ

РОТОРНЫЕ

центробежные
осевые
диагональные

электромагнитные

вихревые
вибрационные
шнековые
струйные
воздушные

поршневые
диафрагменные

зубчатые
винтовые
шиберные
Роторно-поршневые

Все водопроводные насосные станции подразделяются на группы по ряду признаков.

1. По расположению в общей схеме системы водоснабжения и назначению они делятся на:

Станции первого подъема подают воду из источника на очистные сооружения, а если очистка воды не требуется, — в регулирующие емкости или непосредственно в сеть потребителя.

Станции второго подъема перекачивают воду из резервуаров чистой воды в сеть потребителя. В отдельных случаях насосы первого и второго подъемов могут располагаться в одном здании.

Повысительные станции предназначены для повышения напора в сети (отдельные многоэтажные здания, районы с застройкой повышенной этажности, зонные водопроводы, водопроводы промышленных предприятий).

Циркуляционные станции входят в состав системы технического водоснабжения (промпредприятия, теплоэлектростанции).

2. По степени обеспечения подачи воды подразделяют на три категории:

1 категория (допускается снижение подачи на хозяйственно-питьевые нужды не более чем на 30%, а на производственные — до предела, установленного аварийным графиком. Продолжительность снижения подачи — не более 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи за установленный предел — не более чем 10 мин;

2 категория снижение подачи воды то же, что и для станций I категории, но длительность не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче или снижение

ее за установленный предел допускается не более чем на 6 ч;

3 категория снижение подачи воды то же, что и для станций I категории, но длительность не должна превышать 15 сут, а перерыв в работе — 24 ч.

3. По типу здания насосные станции подразделяются на наземные, заглубленные и глубокие (шахтные).

4. По характеру управления станции бывают:

с ручным управлением;

полуавтоматические, когда автоматизированная система включается оператором с пульта управления;

автоматические, на которых система автоматики станции включается и выключается от первичных сигналов, получаемых от датчиков (давления, уровня и т. д.);

с управлением на расстоянии, когда включение, выключение агрегатов, контроль за их работой производятся из центрального диспетчерского пункта, расположенного на значительном расстоянии от насосной станции.

Технические параметры насосов

Работа насоса характеризуется следующими параметрами:

1. Подача
2. Напор
3. Мощность
4. КПД
5. Высота всасывания

Подача – объем жидкой среды подаваемой насосом в единицу времени.

$$Q = \frac{V}{T} \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ м}^3/\text{с}, \text{ л/с}$$

Напор – приращение удельной энергии потока жидкой среды при прохождении потока через рабочие органы насоса. Измеряется в м.

Различают *манометрический напор* (определяемый по показаниям манометра и вакуумметра) и *напор требуемый* (рассчитанный по схеме насосной установки).

Z_M, Z_B – высоты подключения манометра и вакуумметра

$H_{г.вс.}$ – геометрическая высота всасывания насоса

$H_{г.н.}$ – геометрическая высота нагнетания

$H_{г.}$ – геометрическая высота подъема

$$H = \frac{P_B + P_M}{\rho g} + Z_B - Z_M + \frac{V_H^2 + V_B^2}{2g} \text{ м}$$

$$V_{H,B} = \frac{4Q}{\pi d_{H,B}^2} \text{ м/с}$$

При открытых системах, когда резервуары сообщаются с атмосферным давлением

$$H = H_{\Gamma} + h_{\Pi}$$

$h_{\Pi} = h_{\Pi.в.} + h_{\Pi.н.}$ – сумма потерь на всасывающем и нагнетательном трубопроводах.

Мощность насоса – мощность потребляемая насосом для создания определенного расхода и напора.

$$N = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Различают полную и полезную мощность.

Полезная мощность – мощность, сообщаемая насосом перекачиваемой жидкой среде.

$$N_{\Pi} = \rho g Q H \text{ Вт}$$

Полная мощность – мощность потребляемая насосом от привода (электродвигателя).

$$N = M_{\text{кр}} \omega$$

КПД – это отношение полезной мощности к мощности насоса.

$$\eta = \frac{N_{\Pi}}{N}$$

КПД учитывает снижение мощности насоса вследствие потерь.

$$\eta = \eta_{\Gamma} \eta_{\text{об}} \eta_{\text{м}}$$

η_{Γ} – гидравлический КПД

$\eta_{\text{об}}$ – объемный КПД

$\eta_{\text{м}}$ – механический КПД

Различают манометрическую и вакуумметрическую высоту всасывания.

Геометрическая высота всасывания насоса – это разность отметок двух плоскостей, одна из которых проходит через область насоса с минимальным давлением (вход в рабочее колесо насоса), вторая совпадает со свободной поверхностью жидкой среды в источнике.

Вакуумметрическая высота всасывания насоса – это разность между атмосферным и абсолютным давлениями входе в насос выраженное в м.вод.ст.

Работа насоса на трубопровод

Зависимости напора, мощности и КПД насоса от его подачи при постоянной частоте вращения называются **характеристиками насоса**:

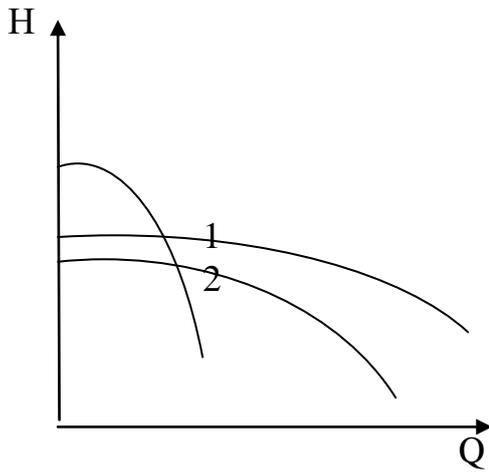
$$H = f_1(Q), N = f_2(Q), \eta = f_3(Q)$$

Характеристики насосов могут быть представлены в графической или аналитической форме.

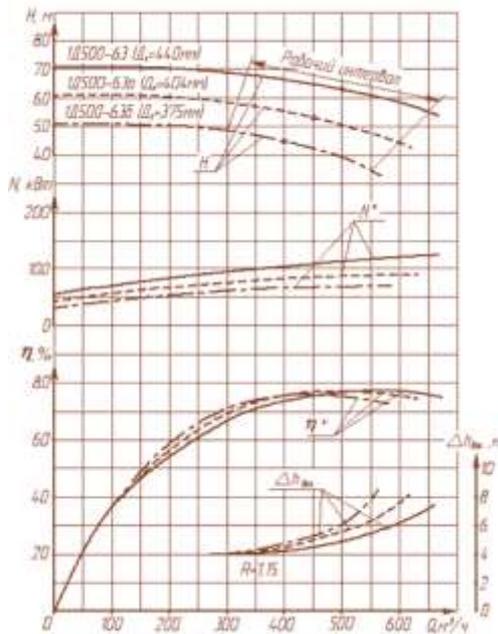
Зависимость $H_{\text{то}} = f(Q_{\text{н}})$ представляет собой уравнение прямой линии.

В зависимости от конструктивных особенностей рабочего колеса, от его быстроходности получают характеристики Q-H трех разновидностей:

1- пологие, 2 – круто падающие, 3 – с выраженным максимумом

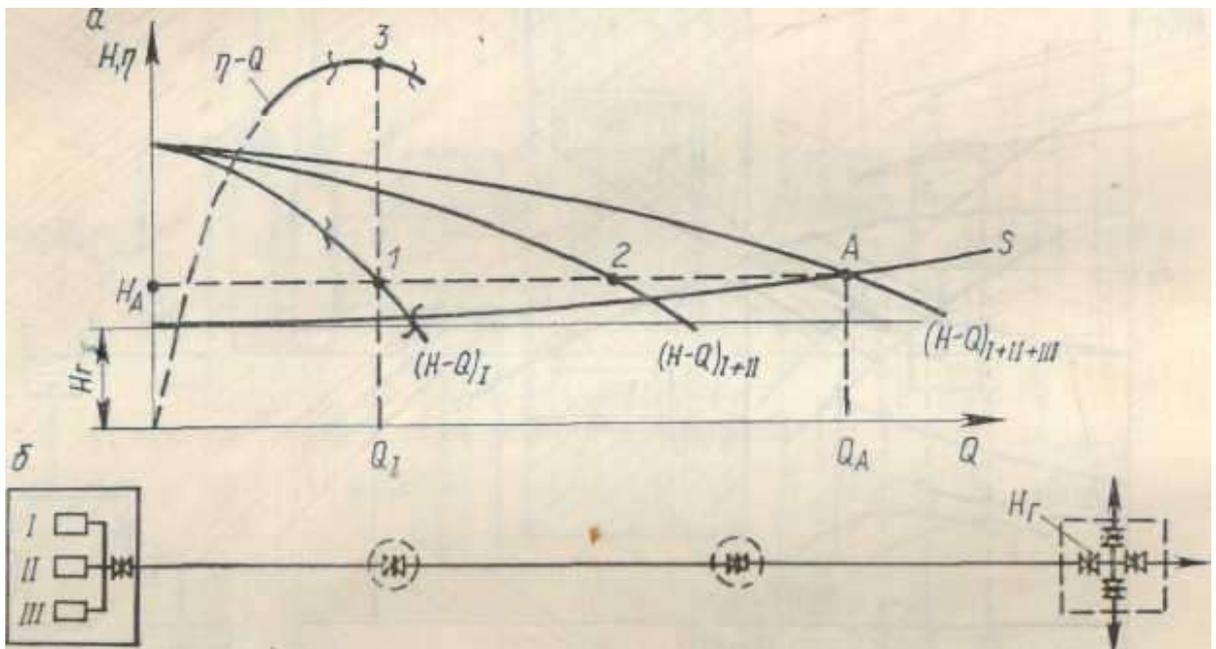


Рабочая характеристика насоса 1Д500-63



Для определения суммарной подачи совместно работающих насосов необходимо построить характеристику сети ($H=H_{\Gamma}+SQ^2$), напорную характеристику 1-го насоса, напорную характеристику 2-го насоса и суммарную характеристику этих двух насосов.

Точка пересечения суммарной характеристики и характеристики сети определяет величину подачи совместной работы насосов.



Характеристика работы трех однотипных насосов (на один водовод).

$$H=H_1=H_2$$

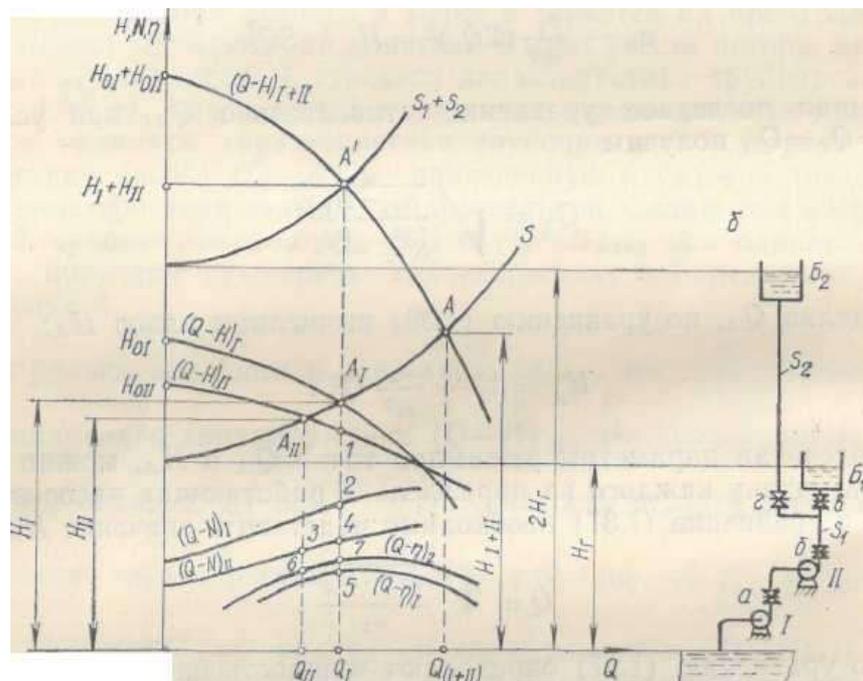
$$Q=Q_1+Q_2$$

Совместная работа ц/б насосов при их последовательном включении.

Последовательным называется такое включение, при котором напорный патрубок первого насоса соединяется со всасывающим патрубком второго. Насосы соединяются последовательно для увеличения напора в сети. Суммарная напорная характеристика получается путем сложения ординат напоров насосов при одинаковых их подачах.

$$H=H_1+H_2$$

$$Q=Q_1=Q_2$$



При последовательном включении насосов, подача возрастает, а суммарный напор больше напора каждого из насосов работающих отдельно.

Последовательное подключение насосов применяется при необходимости увеличения напора в сети.

Основные сведения о насосах, применяемых в системах водоснабжения.

№ п/п	Тип насоса, маркировка	Исполнение	Подача м ³ /ч	Напор м.вод.ст.
1	К, КМ К Д _в -Д _н -Д _{р.к.}	горизонтальное	4,5 - 360	8,8 - 90
2	Д 1Д-Q-H	горизонтальное	200-12500	12-137
3	В Д _н В – Q/H	вертикальное	3600-125000	22-110
4	ЭЦВ ЭЦВ Д _{обс.тр/25} – Q-H	вертикальное	0,63-1000	12-680
5	ГНОМ ГНОМ Q-H	вертикальное	10-100	10-25

Тема 5 Наружная водопроводная сеть

#ТеоретическийРаздел

Схемы трассировки наружных водных сетей. Принцип расчета водопроводных сетей. Водопроводная арматура. Пожарный гидрант. Глубина заложения водопроводных линий. Устройство и оборудование водопроводных сетей. Регулирующие и запасные емкости.

Водопроводные сети составляют примерно 2/3 от общей стоимости системы водоснабжения, поэтому особое внимание всегда уделяется поиску оптимальных вариантов трассировки и способов прокладки сети.

Водопроводная сеть должна обеспечивать бесперебойную подачу воды всем потребителям с необходимыми напорами и расчетными расходами.

По характеру своей работы различают:

- магистральная сеть
- разводящая сеть (распределительная)

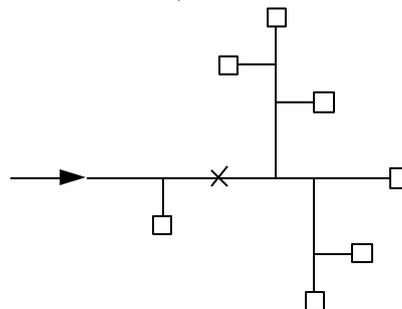
Магистральная сеть используется для подачи основного объема воды от источника к наиболее крупным потребителям (и удаленным).

К разводящей сети относят внутриквартальные трубопроводы и вводы в здание.

Гидравлический расчет обычно производится только для магистральных сетей.

По своему начертанию различают:

1. **Тупиковые сети** – представляют собой систему несвязанных между собой магистралей. Это самая дешевая схема водоснабжения, так как минимум погонаж труб, но такая схема крайне не надежна, так как любая авария приводит к прекращению водоснабжения одного, а чаще нескольких потребителей.



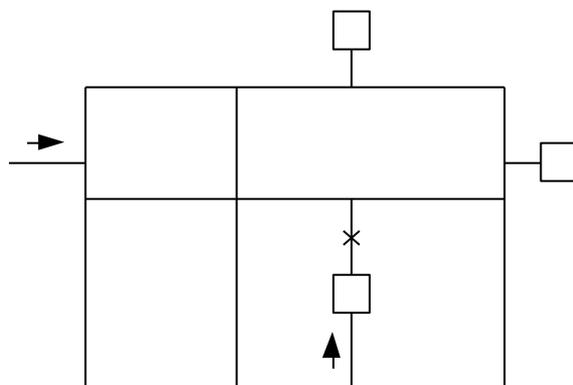
Тупиковые линии разрешается устраивать:

при подаче воды на технологические нужды, если допустимы перерывы в подаче воды на время ликвидации аварии.

При подаче воды на хозяйственно-питьевые нужды при диаметре труб не менее 100 мм.

Для подачи на хозяйственно-питьевые или противопожарные нужды независимо от расхода, если длина тупикового ответвления не более 200 м.

Кольцевые сети – образуют целый ряд замкнутых контуров или колец. Это самая надежная схема.



В этом случае аварийное отключение любого участка кольцевой сети не приводит к прекращению водоснабжения всех потребителей.

Кольцевые сети дороже, так как существенно повышен погонаж труб, хотя несколько уменьшен диаметр отдельных линий за счет перераспределения потоков.

Основные правила трассировки сети.

1. Кольца, образуемые транзитными магистралями и перемычками, должны иметь вытянутую форму в направлении основного движения воды

2. По основному направлению движения воды должно быть проложено несколько параллельных магистральных линий (не менее двух).

Опыт проектирования магистральных сетей показывает, что оптимальное расстояние между магистральными линиями составляет 300 ... 600 м. Соответственно расстояние между перемычками принимается равным 400 ... 800 м.

3. Магистральные линии водопроводных сетей рекомендуется трассировать по наиболее возвышенным отметкам территории для создания достаточных напоров в распределительной сети.

4. Магистральная сеть должна охватывать всех крупных потребителей и подавать воду к регулирующим емкостям.

5. При трассировке магистральных линий необходимо учитывать строительные-эксплуатационные условия и увязывать трассы магистральной сети с размещением других сетей и сооружений городского хозяйства.

6. Водонапорные башни размещаются в самой высокой точке вблизи от крупного неравномерно работающего предприятия.

Расчет водопроводных сетей

Гидравлический расчет сети проводят для определения диаметров труб и потерь напора при пропуске расчетного расхода.

При расчете режим работы водопроводной сети рассматривают совместно с режимами работы насосных станций и в сочетании с напорно-регулирующими сооружениями при заданных режимах водопотребления.

Питание сети осуществляется в основном по двум схемам:

одностороннее питание — вода в сеть подается от насосной станции через водонапорную башню, которая находится в начале сети (сеть с проходным резервуаром);

питание от нескольких водопитателей с двух сторон: от насосной станции и от водонапорной башни, находящихся на противоположных сторонах сети (сеть с контррезервуаром).

Для **расчета сети** схему отбора воды составляют так, чтобы она отражала водоразбор, наиболее близкий к действительности. Если вода из сети отбирается отдельными крупными потребителями (производственные предприятия, крупные бытовые учреждения, животноводческие фермы, мастерские и т. д.), то легко наметить точки и величину отбора воды. Такие отборы воды относят к категории сосредоточенных расходов $Q_{\text{соср}}$.

Если разбор воды происходит во многих точках, что характерно для сетей населенных пунктов, то к участку сети присоединяются многочисленные вводы и фактический водоразбор определить очень сложно. Учесть действительные сосредоточенные расходы воды в этом случае практически невозможно. Поэтому принимают упрощенную расчетную схему водоразбора, предположив, что вода расходуется равномерно по длине, то есть количество воды, отдаваемое каждым участком, пропорционально длине. Такие расходы относят к категории равномерно распределенных.

Интенсивность отбора, то есть расхода воды, приходящегося на единицу длины, называют **удельным** [л/(с·м)].

$$q_{\text{уд}} = q_{\text{распр}} / \Sigma l$$

где: $q_{\text{распр}}$ – распределительный отбор сети;

$$q_{\text{распр}} = q_{\text{сети}} - \Sigma Q_{\text{соср}}$$

($q_{\text{сети}}$ – общий расход сети, л/с; $\Sigma Q_{\text{соср}}$ — расходы крупных потребителей, л/с);

Σl - суммарная длина участков, проходящих по застройке, м.

На схеме сети обозначают узлы 1, 2, 3...;

назначают направление движения воды по участкам так, чтобы к любой точке она подавалась кратчайшим путем, исходя из условий соблюдения баланса расходов в узлах (первый закон Кирхгофа);

обозначают узловых расходы $Q_1, Q_2, Q_3...$

обозначают путевые расходы $q_{1-2}, q_{2-3}...$

обозначают количество колец I, II...;

обозначают длину участков $l_{1-2}, l_{2-3}...$

При застройке с разной плотностью населения удельные расходы вычисляют отдельно для каждого района или микрорайона. Расход воды (л/с), отдаваемой каждым участком, называют **путевым** и вычисляют по формуле:

$$q_{\text{пут}} = q_{\text{уд}} \cdot l$$

где: l — длина участка, м

Сумма всех путевых и сосредоточенных расходов — полный расход (л/с)-подаваемый в сеть в расчетный момент

$$q_{\text{расч. сети}} = \Sigma q_{\text{пут}} + \Sigma Q_{\text{соср}}$$

Определив водоразбор находят расчетные расходы участков, по которым выбирают диаметры труб и вычисляют потери напора.

Для упрощения определения расчетных расходов на участках, особенно в кольцевой сети, путевые расходы приводят к узловым.

В общем случае **приведенный узловой расход** $Q_{\text{пр.узел}}$ (л/с) равен полусумме путевых расходов участков, примыкающих к узлу:

$$Q_{\text{пр.узел}} = 0,5 \sum q_{\text{пут}}$$

Если в узле есть сосредоточенные расходы, то их прибавляют.

Полный расчетный узловой расход (л/с)

$$Q_{\text{расч. узл}} = Q_{\text{пр. узл}} + \sum Q_{\text{соср}}$$

Определение путевых и узловых расходов вышеизложенным способом входит в этап подготовки к расчету как тупиковых, так и кольцевых сетей. Заменяя путевые расходы на узловые, по расчетной схеме, имеющей только узловые расходы, вычисляют расчетные расходы на участках, пользуясь правилом баланса расходов в узле: сумма притока к узлу равна сумме оттока из него, включая узловой отбор.

Устройство и оборудование водопроводных сетей

Водовод должен быть оборудован устройствами и сооружениями, которые обеспечивают его нормальную эксплуатацию и предохраняют от повреждений.

Запорно-регулирующая арматура.

Задвижки и дисковые поворотные затворы служат для регулирования распределения расходов воды по сети и отключения участков сети для осмотра и ремонта.

Для облегчения открытия задвижек больших диаметров их снабжают обводными линиями. Открытие задвижки на обводной линии выравнивает давление по обеим сторонам диска и облегчает открытие основной задвижки.

В последние годы благодаря ряду достоинств получили распространение дисковые поворотные затворы. Принцип их работы состоит в том, что поворотный диск, будучи прижат к уплотняющей поверхности седла внутри корпуса, преграждает путь потоку воды; при повороте диска на 90° вода свободно проходит через затвор.

Задвижки большого диаметра и дисковые поворотные затворы оборудуют электрическим или гидравлическим приводом, что обеспечивает возможность дистанционного и автоматического управления ими. В местах установок задвижек и затворов на сети обычно устраивают смотровые колодцы или камеры.

Предохранительная арматура. Предохранительные клапаны и устройства предназначены для борьбы с гидравлическим ударом в трубопроводах. Их устанавливают в местах, где существует опасность повышения давления. Для предотвращения обратного движения воды по

водоводам к насосам насосных станций применяют обратные клапаны. Их устанавливают между напорным патрубком насоса и задвижкой, что позволяет во время ремонта клапанов отключать их от водоводов.

Для защиты трубопроводов от гидравлического удара применяют **предохранительные клапаны**.

При повышении давления в трубопроводе более допустимого вода поднимает клапан 1 и шток 2. Пружина 3 сжимается. Вода удаляется через патрубок 4, и давление в трубопроводе снижается. После этого под действием пружины клапан опять садится в свое гнездо, и выброс воды прекращается.

Для забора воды из сети с целью пожаротушения применяют **гидранты**. Гидранты бывают подземные и надземные. Более широкое применение имеют подземные гидранты. Гидранты этого типа полностью располагаются в колодце. Высота гидранта зависит от глубины укладки труб и колеблется в пределах 500 – 2500 мм. При пользовании гидранта на него навинчивают стендер. При вращении рукоятки стендера опускается шпindel гидранта и открывается связанный с ним шаровой клапан. Вода забирается через пожарные рукава, присоединяемые к штуцерам стендера. Гидранты устанавливают в смотровых колодцах на фасонных частях (пожарных подставках). Высоту гидрантов подбирают с учетом глубины колодцев. Расстояние между гидрантами на сети должно быть не более 150 м.

Смотровые колодцы. Для наблюдения за работой водовода в промежутках между вантузами и водовыпусками устраивают через 0,5... 1 км смотровые колодцы. Кроме того, их следует размещать на всех участках водовода, расположенных в неблагоприятных местных условиях (оползни, размывы, болота, коррозионно-опасные районы и т. д.)

В смотровом колодце расположен тройник (крестовина), верхний фланцевый отросток которого закрыт глухим фланцем. Со стороны движения воды установлена задвижка.

Наиболее удобно устраивать колодцы из железобетонных колец, Размеры колодца определяются габаритами фасонных частей и арматуры, устанавливаемых в колодце, и удобством работы в нем при сборке или ремонте его оборудования минимальный диаметр колодца принимают не меньше 1 м.

Сверху лаз в колодец закрыт чугунным люком, который имеет .внутренний проход 620 и 711 мм. Если есть опасность раздавливания чугунной крышки, ее заменяют стальной

Минимальную глубину заложения трубопроводов, считая от низа труб, принимают на 0,3... 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта.

Воздушные вантузы. В повышенных переломных точках профиля водовода устанавливают воздушные вантузы, которые должны обеспечивать:

- удаление воздуха из трубопровода при его заполнении водой;
- удаление из трубопровода воздуха, выделяющегося из воды;
- впуск воздуха в трубопровод при его опорожнении для ремонта и промывки или при случайных повреждениях и утечках воды.

Если в этих случаях воздух не может проникать в достаточном количестве в трубопровод, в нем образуется вакуум, и трубы, особенно больших диаметров, могут быть смяты внешним атмосферным давлением.

Водовыпуски. Для опорожнения водовода при ремонтах, а также для систематических его промывок служат водовыпуски. Конструкция водовыпуска показана на рисунке 3.28. Вода из правой и левой ветвей водовода может быть выпущена через водовыпуск и отведена в ближайшее понижение поверхности земли или в поглощающий колодец. При небольших диаметрах водовода (до 200 мм) в колодце водовыпуска устанавливают крестовину или тройник одинакового диаметра с водоводом. К нижнему отростку присоединяют колено или крестовину, от которой начинается трубопровод, отводящий выпускаемую воду.

Размещение выпусков по водоводу определяется прежде всего допустимой продолжительностью периода опорожнения трубопровода для ремонта, которая должна быть по возможности кратчайшей, т.к. как связана с перерывом в подаче воды потребителям.

Регулирующие и запасные емкости

Запасные и регулирующие емкости служат для повышения надежности системы и создания запасов воды, а также регулирования водопотребления.

Регулирующие емкости обеспечивают равномерную работу насосных станций, так как отпадает необходимость в подаче ими пиковых расходов воды, а также уменьшить диаметр, а следовательно, и стоимость водопроводов и транзитных магистралей водопроводной сети.

Они бывают:

- безнапорные (резервуары), воду из которых забирают насосами
- напорные (водонапорные башни), которые поддерживают напор для подачи воды потребителям.

При наличии противопожарных устройств указанные емкости холодного водопровода должны также содержать неприкосновенный противопожарный запас воды.

Основные виды запасных и регулирующих емкостей:

- **Водонапорные башни**
- **Напорные резервуары**
- **Безнапорные баки-аккумуляторы** в системах холодного и горячего водоснабжения следует предусматривать для создания запаса воды в банях, прачечных и у других потребителей, имеющих сосредоточенные кратковременные расходы воды
- **Резервуары чистой воды**

В системе водоснабжения водонапорная башня выполняет роль напорно-регулирующего сооружения. Основные конструктивные элементы ее—бак (резервуар) и ствол (поддерживающая конструкция). Для предохранения от атмосферных осадков и воздействия температурных изменений, которые могут привести к промерзанию или перегреванию воды, бак башни может быть заключен в шатер. Такие башни называют шатровыми. При достаточном обмене воды в баке и использовании подземных вод, температура которых обычно постоянна и составляет 6...8 °С, устройство шатра вокруг бака не требуется. Такие башни называют бесшатровыми. Баки в башнях могут быть

металлические и железобетонные. В бесшатровых башнях при изготовлении стальных баков применяют теплоизоляционный материал.

В зависимости от материала ствола башни различают кирпичные, железобетонные, стальные и т. д. Внутри ствола размещают необходимое оборудование — трубы, арматуру, приборы.

Расчетные элементы водонапорной башни: высота (расстояние от поверхности земли до дна бака) и объем бака.

Высоту (от поверхности земли до дна бака) водонапорной башни H_6 можно найти,

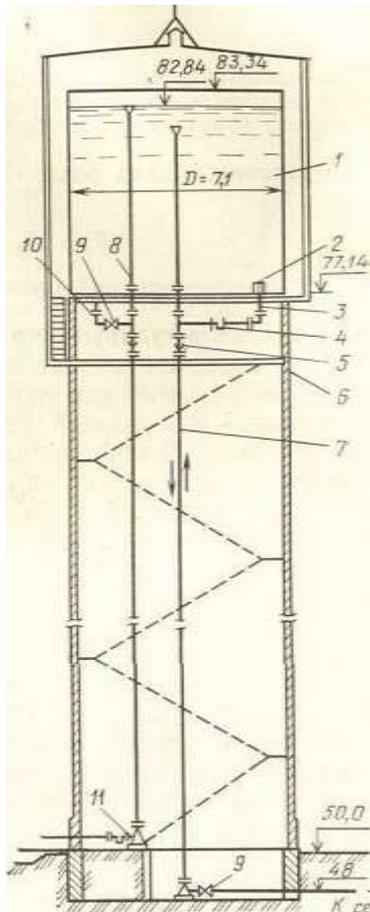
$$H_6 = H_{св} + \sum h_{6-д} + z_д - z_6$$

где: $H_{св}$ — свободный напор, м (см, СПиП 2.04.02 — 84); $z_д$, z_6 — геодезические отметки расположения водонапорной башни и диктующей точки, м; $\sum h_{6-д}$ — сумма потерь напора от водонапорной башни до диктующей точки.

Объем ($м^3$) бака водонапорной башни

$$W_6 = W_{рег} + W_{пож}$$

где: $W_{рег}$, $W_{пож}$ — регулирующий и пожарный объем, $м^3$.



Водонапорная башня:

1 — бак; 2 — приемная сетка отводящего отростка; 3 — отводящий отросток; 4 — обратный клапан; 5 — температурный компенсатор; 6 — ствол башни; 7 — подающе-отводящая труба; 8 — переливная труба; 9 — задвижки; 10 — грязевая (спускная) труба; 11 — гидравлический затвор

Режим водопотребления и режим водоподачи не совпадают: когда насосная станция подает воды больше, чем потребляется, избыток воды поступает в резервуар (в бак водонапорной башни), в часы же наибольшего потребления воды, когда подача меньше водопотребления, недостающее количество воды поступает из резервуара (бака) в сеть.

По совмещенным графикам видно, когда вода поступает в резервуар и когда из него расходуется. Соблюдается суточный баланс: площадь водопотребления равна площади подачи. Чем ближе режим водоподачи к режиму водопотребления, тем меньше будет объем резервуара (бака водонапорной башни).

Регулирующий объем баков водонапорных башен (контррезервуаров), резервуаров определяют по формуле (СНиП 2.04.02—84)

$$W_{рез} = Q_{\max \text{сут}} \left[1 - k_n + (k_q - 1) \left(k_n / k_q \right)^{k_q - 1} \right]$$

где $Q_{\max \text{сут}}$ —

максимальный суточный расход, м³/сут; K_n — отношение максимальной часовой подачи воды при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления; k_q — коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости или сети водопровода с регулирующей емкостью, определяемый как отношение максимального часового отбора к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления.

Пожарный объем $W_{\text{пож}}$, предусматриваемый в баке, определяют согласно СНиП 2.04.02 — 84 из условия хранения запаса воды на тушение пожара при одновременном наибольшем хозяйственном расходе воды (м³) в течение 10 мин, то есть

$$W_{\text{пож}} = Q_{\text{пож}} t / 60$$

где: $Q_{\text{пож}}$ — расход сети во время пожара, м³/с; t — нормативное время включения пожарных насосов на насосной станции, по СНиП 2.04.02—84 принимают $t = 10$ мин.

Определение вместимости подземных резервуаров. Подземные резервуары в зависимости от системы и схемы водоснабжения размещают после очистных сооружений при заборе воды из поверхностных источников или после скважин при заборе подземных вод. В резервуарах предусматривают регулирующий объем и хранение запасных — на случай пожара или аварии, а также объемов воды, которые предназначены для собственных нужд водопровода (например, промывка фильтров на очистных станциях).

В общем, виде полный объем (м³) резервуаров

$$W = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{ав}}$$

где $W_{\text{рег}}$ — регулирующий объем, м³; $W_{\text{пож}}$ — пожарный объем, м³; $W_{\text{пр}}$ — объем на промывку фильтров и другие нужды, м³; $W_{\text{ав}}$ — аварийный объем, м³.

Регулирующий объем резервуара определяют совмещением графиков работы насосных станций I и II подъема, которое можно выполнить в интегральной форме. Тогда регулирующий объем, м³

$$W = [(c+d)Q_{\max \text{сут}}] / 100$$

Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды в резервуарах

определяют из расчета подачи воды для тушения пожара одновременно с наибольшим водопотреблением. Расчетная продолжительность тушения пожара по нормам $t_{\text{пж}} = 3$ ч при обеспечении расхода воды из наружного гидранта и внутренних кранов. Пожарный объем (м³)

$$W_{\text{пж}} = [(q_1 + q_2 + q_3)l - t_{\text{пж}}q_{\text{п}}] + (nq_{\text{нар}} + q_{\text{вн}})t_{\text{пж}}$$

где: q_1, q_2, q_3 — расходы в течение трех смежных часов наибольшего водопотребления на хозяйственно-бытовые нужды (принимают по графику водопотребления), м³/ч; $q_{\text{п}}$ — расход воды на полив зеленых насаждений и мойку технологического оборудования, если он приходится на часы максимального водопотребления, м³/ч; n — число одновременных пожаров; $q_{\text{нар}}, q_{\text{вн}}$ — расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение, м³/ч.

Кроме пожарного, при определении полного объема учитывают аварийный (м³), предусматриваемый в том случае, когда воду подают по одному водоводу:

$$W_{\text{ав}} = q_{\text{ч}}t_{\text{ав}}$$

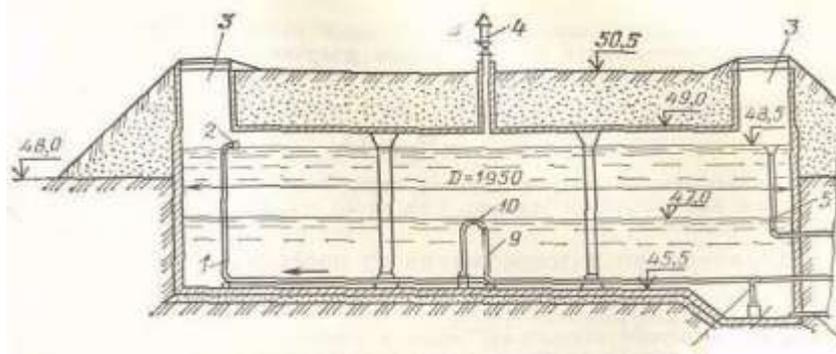
где: $q_{\text{ч}}$ — часовой расход, поступающий в резервуар; $t_{\text{ав}}$ — время ликвидации аварии на подающем водоводе (принимают по действующим нормам).

Промывной объем предусматривают, если резервуар расположен после очистных сооружений. Объем (м³), необходимый на промывку фильтров и другие нужды очистной станции,

$$W_{\text{пр}} = Q_{\text{пр}}t_{\text{пр}}$$

где: $Q_{\text{пр}}$ — расход на промывку; $t_{\text{пр}}$ — время промывки.

Подземные резервуары в плане имеют круглую или прямоугольную форму, высоту резервуара назначают 3...4м, иногда более. Наибольшее распространение получили железобетонные, в основном сборные резервуары с плоским перекрытием. Для обеспечения надежной бесперебойной работы водопровода в системе водоснабжения устраивают не менее двух резервуаров. Между ними располагают специальные камеры (колодцы), в которых размещают задвижки для осуществления различных переключений между резервуарами и водоводами. Схема резервуаров с оборудованием показана на рисунке .



Резервуар чистой воды:

1 — подающая труба; 2 — поплавковый клапан; 3 — лазы; 4, 5, 6 — вентиляционная, переливная и спускная трубы; 7 — приямок; 8, 9 — всасывающая труба пожарного и хозяйственного насосов; 10 — отверстие для срыва вакуума

Тема 6 Проектирование внутренней сети водоотведения здания

#ТеоретическийРаздел

Основные элементы внутренней канализации зданий. Гидравлические затворы. Дворовая система канализации и присоединение ее к уличным сетям канализации. Расчет системы водоотведения зданий.

Внутренняя система канализации.

Внутренние канализационные системы - канализационные системы в объеме, ограниченном внешними поверхностями ограждающих конструкций и отводов к первому смотровому колодцу, обеспечивающие сброс сточных вод из санитарных приборов и технологического оборудования. По назначению и характеристикам канализационные системы бытовых сточных вод могут быть:

- бытовые - для сброса сточных вод из санитарных приборов (туалеты, умывальники, ванны, душевые и т.);
- производственные - для утилизации промышленных сточных вод;
 - комбинированные - для утилизации бытовых и промышленных сточных вод, при условии возможности их совместной транспортировки и очистки;
 - - внутренние желоба - для слива дождевой и талой воды с кровли здания.

По сфере обслуживания системы бывают:

- объединенные – для сбора и отвода за пределы здания всех хозяйственно-бытовых, производственных, а иногда и дождевых сточных вод.
- отдельные – применяемые в тех случаях, когда сточные воды по составу загрязнений не допускается отводить в наружную канализационную сеть.

По устройству вентиляции системы внутренней канализации бывают:

- с вентилируемыми стояками;
- с невентилируемыми стояками (применяются при устройстве внутренней канализации в одно- и двухэтажных зданиях).

Системы внутренней канализации должны обеспечивать отведение сточных вод, соответствующее расчетному количеству водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов.

Основные элементы, материалы и оборудование внутренней канализации.

Внутренняя канализация состоит из приемников сточных вод, отводов, стояков, коллекторов, вентиляционных стояков, прочисток и устройств для очистки сети. Приемник сточных вод представляет собой устройство в системах внутренней канализации и водоотведения зданий, которое служит для непосредственного приема сточных вод (бытовых, промышленных и атмосферных).

По своему назначению приемники сточных вод это не только санитарно-технические устройства, предназначенные для получения загрязнений, но и для выполнения гигиенических и санитарных процедур, необходимых в процессе человеческой деятельности.

Санитарные устройства: раковины, раковины, раковины, раковины, ванны, душевые поддоны, биде, унитазаы.

Приемники - санитарно-технические приспособления, предназначенные для установки в зданиях специального назначения (в больницах, поликлиниках, санаториях и других лечебных учреждениях и курортных корпусах): лечебные

ванны, медицинские и хирургические умывальники, медицинские моечные камеры, смотровые окна (больничные стоки, раковины), специальные машины и т. д.

Приемники для сбора и утилизации *промышленных сточных вод*, возникающих в результате промышленных процессов.

Приемники, предназначенные для сбора и удаления осадков с крыш зданий

По функциональным характеристикам (режимам) приемники относятся к:

- периодически функционирующим, которые сначала заполняют свой объем или собирают стоки, а затем сбрасывают загрязненную воду в канализационную сеть;

- непрерывно функционирующий, то есть проточный, работающий без заполнения своего объема.

Основные технические характеристики санитарно-технических устройств:

- размеры,

-объем (емкость)

- акустические показатели (частота и уровень шума, возникающие при работе устройства),

-монтажное положение и взаимное расположение отдельных элементов (выходы и переливы, водопроводная арматура) ,

-химическая и термическая стойкость внутренней поверхности устройства, - долговечность,

- надежность в работе,

- механическая прочность;

- эстетичный внешний вид.

Приемники сточных вод изготовлены из фаянса, эмалированной стали и нержавеющей стали, акрила, чугуна с эмалированием, пластика.

Внутридомовой стояк — это часть внутридомовой системы высотных домов, которая собирает сточные воды из отводящих трубопроводов квартир, расположенных одна над другой.

Отводящий трубопровод предназначен для сбора и отвода сточных вод от приемников (сантехники и т. д.) к стоякам - вертикальным трубопроводам. Канализационные стояки образуют вертикальную внутреннюю канализационную сеть здания, целью которой является отвод собранных сточных вод со всех этажей.

Выпуски предназначены для приема и утилизации сточных вод от одного или нескольких стояков во дворе и внутри здания.

Количество ревизий определяет инструкция, содержащаяся в ТКП 45-4.01-54-2007:

1. На первом и последнем этажах;

2. Если в доме более 5 этажей – ревизия устанавливается через каждые три этажа.

Венчает канализационный стояк фановая труба, выходящая на крышу здания и обеспечивающая вентиляцию всей системы.

Ревизия – устройство, позволяющее очистить трубу в обоих направлениях

Прочистка – устройство, позволяющее чистить трубу только в одном направлении).

Прочистку устанавливают:

- Через каждые 15 метров, если диаметр трубы 100-150 мм;
- Через каждые 20 метров, если диаметр трубы 200 мм;
- На поворотах, если рядом отсутствует другая ревизия или тройник.

Лежневка — горизонтальная труба, собирающая сточные воды из всех стояков и передающую их в смотровой колодец.

Лежневка подвержена засорам, поэтому оснащается люками-ревизиями или тройниками для прочистки.

Для бытовых канализационных систем, учитывая температуру транспортируемой жидкости, требования к прочности, коррозионной стойкости, экономии материалов и финансовых ресурсов, предусматривают следующие виды труб:

- полимерные, чугунные, бетонные, железобетонные асбестоцементные (при укладке их в грунт) - для самотечных трубопроводов;
- Полимерные напорные, чугунные, железобетонные, стальные (в том числе из нержавеющей стали) - для напорных трубопроводов.

Трассировка и устройство канализационной сети.

В соответствии с ТКП 45-4.01-54-2007 «Системы внутренней канализации зданий» участки канализационных трубопроводов должны прокладываться прямолинейно. Изменять направление прокладки канализационного трубопровода и присоединять приборы следует с помощью соединительных деталей.

Трубы прокладывают открыто с креплением к конструкциям зданий, а также на специальных опорах, или скрыто - с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом, в панелях, бороздах стен, в подшивных потолках, санитарно-технических кабин, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

В местах сосредоточения приемников сточных вод предусматривают стояки. Для уменьшения числа стояков желательно, чтобы приемники сточных вод располагались группами и друг над другом по этажам.

Стояки размещают у колонн ограждающих конструкций по возможности ближе к приемникам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки, и с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Во избежание замерзания не рекомендуется устраивать стояки около наружных стен, дверей, ворот.

Стояк водоотводящей сети в нижней части плавно присоединяют к горизонтальному трубопроводу, который прокладывают так же, как отводные трубопроводы к выпуску.

Стояки и отводящие трубопроводы в жилых зданиях располагают обычно сзади или сбоку унитаза в санитарном узле. При размещении кухни в отдалении от санитарного узла прокладывают отдельный стояк для отвода стоков от моек.

В типовых жилых и общественных зданиях стояки размещают вместе со стояками водоснабжения в санитарно-технических блоках, панелях, кабин, которые монтируют одновременно со строительными конструкциями здания, что позволяет сократить объем монтажных работ на строительной площадке.

Отводные трубопроводы присоединяют к гидрозатворам санитарно-технических приборов и прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном.

Санитарные приборы в разных квартирах на одном этаже подключают к отдельным отводным трубопроводам. Боковые ответвления присоединяют с помощью косых тройников и крестовин (прямые крестовины и тройники не применяют).

Выпуски располагают, по возможности, с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам так, чтобы длина горизонтальных линий, соединяющих стояки, была минимальной. Выпуски от канализационной сети из подвальных помещений следует предусматривать с уклоном не менее 0,02. Выпуски присоединяют к дворовой сети в колодце под углом не менее 90°.

Системы бытовой и производственной канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания с учетом снегового покрова на высоту, м, не менее:

0,1 — от обреза сборной вентиляционной шахты;

0,3 — от плоской неэксплуатируемой кровли;

0,5 — от скатной кровли;

3,0 — от плоской эксплуатируемой кровли.

Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка.

В зданиях, где нежелательна или невозможна установка вытяжных частей, допускается устройство сборного трубопровода без вентиляционной трубы при объединении не менее трех стояков.

Отдельный вентиляционный стояк устраивают в высотных зданиях (более 20 этажей) в тех случаях, когда невозможно проложить стояк большего диаметра или два параллельных стояка.

Расчет внутренней системы водоотведения

Сети внутренней канализации рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод q_s , определяемый по формулам:

$$q_s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \text{ при } q^{\text{tot}} \leq 8 \text{ л/с}$$

$$q_s = q^{\text{tot}} \text{ при } q^{\text{tot}} > 8 \text{ л/с}$$

где: q^{tot} – общий максимальный секундный расход воды, определяемый по формуле:

$$q^{\text{tot}} = 5q_0^{\text{tot}} \cdot \alpha$$

где: q_0^{tot} – общий секундный расход воды потребителем,

принимаемый по приложению 3 [ТКП 45-4.01-54-2007] п. 1.8.

α – коэффициент, определяемый в зависимости от N и P^{tot}

$$P^{\text{tot}} = \frac{q_{\text{hr,u}}^{\text{tot}} \cdot u}{q_0^{\text{tot}} \cdot N \cdot 3600}$$

где: $q_{\text{hr,u}}^{\text{tot}}$ – общая норма расхода воды в час наибольшего

водопотребления, л/ч, принимаемая по приложению 3 [ТКП 45-4.01-54-2007] п. 1.8.

q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, принимаемый по приложению 2 [ТКП 45-4.01-54-2007].

Гидравлический расчет выпусков следует проводить в **таблице**.

Канализационные выпуски проверяют на выполнение условия:

$$v\sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0,6$$

где v – скорость движения сточных вод, принимаемая не менее 0,7 м/с;
 h/d – наполнение не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить это условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном 0,02.

Внутриквартальная сеть принимает сточные воды из выпусков зданий.

Результатом расчета канализационной сети является построение ее профиля. При проектировании и расчете канализационной сети необходимо выполнять ряд требований:

- диаметр труб принимается не менее 150 мм;
- скорость движения сточных вод не менее 0,7 м/с и не более 4 м/с;
- уклон труб назначается не менее 0,007;
- максимальное наполнение h/d труб не должно превышать 0,6 для труб диаметром 150...300 мм;
- расчётные участки в местах их соединения должны выравниваться по уровням (при одинаковом диаметре труб) или шельгам (при различных диаметрах труб); в колодце ГК трубы соединяются по шельгам;
- при необходимости устройства перепада, последний устраивается в контрольном колодце.

Проектирование и расчет внутриквартальной канализационной сети предусматривает определение (по расчетным расходам q^s) диаметров труб d , скоростей движения сточной жидкости V , уклонов i , наполнения h/d , а также глубины заложения труб. Расчет следует проводить в таблице.

Трассировка внутриквартальной сети зависит от рельефа местности, от места присоединения ее к городской сети, от мест расположения выпусков из здания. Прокладывается внутриквартальная сеть параллельно дворовому фасаду здания на расстоянии не менее 3,0 м.

Глубина заложения внутриквартальной канализационной сети зависит от глубины промерзания грунта в данной местности и от глубины заложения уличного коллектора.

Для осмотра, промывки и прочистки внутриквартальной сети на ней устанавливаются смотровые колодцы: в местах присоединения выпусков из зданий, на всех поворотах коллекторов, на прямых участках не более чем через 35 м при диаметрах труб 150 мм и 50 м при диаметрах труб 200 мм. Кроме того, устанавливается контрольный колодец на 3,0...5,0 м от колодца уличного коллектора.

Смотровые колодцы устраивают из железобетонных колец диаметром 1000 мм при диаметрах труб до 600 мм. На трубопроводах диаметром не более 150 мм при глубине заложения до 1,2 м допускается устройство колодцев диаметром 700 мм. При глубине заложения свыше 3 м диаметр колодцев следует принимать не менее 1500 мм.

Тема 7 Проектирование водоотводящих сетей

[#ТеоретическийРаздел](#)

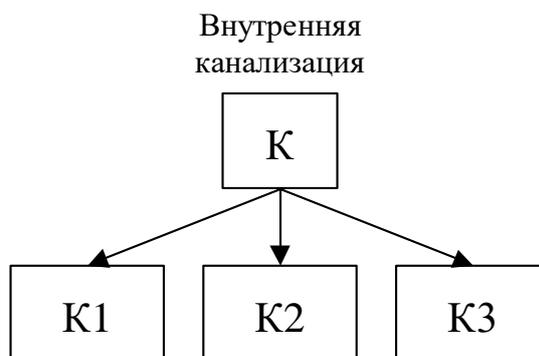
Исходные и нормативные данные для проектирования водоотводящих сетей. Трассировка водоотводящих сетей. Правила конструирования водоотводящих сетей. Глубина заложения трубопроводов системы водоотведения.

Внутренняя канализация зданий - это система трубопроводов и устройств, отводящих сточные воды из зданий, включая наружные выпуски до смотровых колодцев.

В состав внутренней канализации входят:

- 1) санитарно-технические приборы и приёмники сточных вод;
- 2) раструбные трубопроводы;
- 3) соединительные фасонные детали;
- 4) устройства для прочистки сети.

Классификация внутренней канализации изображена на рис.



Таким образом, внутреннюю канализацию на схемах и чертежах в отечественной документации обозначают буквой русского алфавита К.

Внутренняя канализация имеет следующие разновидности:

К1 - бытовая канализация (по-старому: "хозяйственно-фекальная канализация");

К2 - дождевая канализация (или "внутренние водостоки");

К3 - производственная канализация (общее обозначение).

Отводные трубопроводы прокладываются по стенам выше пола. Иногда их размещают под потолком нижерасположенного нежилого или общественного помещения в виде подвесных линий или же в междуэтажном перекрытии.

Все отводные трубопроводы прокладываются по кратчайшему расстоянию с уклоном к стоякам и с установкой прочисток на концах и на поворотах.

Отводные трубопроводы выполняются из чугунных и пластмассовых труб.

Диаметры и уклон отводных линий принимаются по таблице

Тип прибора	Диаметр труб, мм	Уклоны	
		нормальные	минимальные
Мойка	50	0,035	0,025
Умывальник	40-50	0,035	0,025
Ванна	40-50	0,035	0,025
Унитаз	100	0,02	0,012

Канализационные стояки размещаются вблизи приёмников сточных вод (в туалетах, кухнях). Их устанавливают открыто у стен и перегородок (ближе к углу) или скрыто – в монтажных шахтах, блоках кабинах (ближе к унитадам).

Канализационные стояки должны иметь по всей длине одинаковый диаметр, который должен быть не меньше наибольшего диаметра отводных трубопроводов, присоединяемых к данному стояку.

Минимальный диаметр стояка составляет 50 мм. Если же к стояку присоединяют хотя бы один унитаз, диаметр его должен быть не менее 100 мм. Пропускная способность канализационных стояков приведена в таблице

Диаметры канализационных стояков

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.	Максимальная пропускная способность канализационного стояка, л/с при его диаметре, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
100	90	-	-	3,2	8,5
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5

Стояки в нижней части плавно (двумя отводами под углом 135 градусов или удлинёнными отводами) присоединяют к выпуску.

На стояках предусматриваются ревизии. При отсутствии на стояках отступов, ревизии устанавливаются на нижнем и верхнем этажах здания, при наличии отступов – также и в вышерасположенных над отступами этажах. В жилых зданиях высотой пять этажей или более ревизии размещаются не реже чем через три этажа.

Для вентиляции сетей внутренней канализации устраиваются вытяжные трубы, являющиеся продолжением канализационных стояков. Вытяжные трубы выводят на 0,5 м выше неэксплуатируемой кровли здания и не менее чем на 3 м выше плоской эксплуатируемой кровли. Диаметр вытяжной трубы принимается равным диаметру канализационного стояка. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8, 12 и 15 м при диаметре труб, соответственно, 50, 100 и 150 мм. При более длинных выпусках необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца.

Расстояние между стенами здания и смотрового колодца следует

принимать не менее 3 м.

На горизонтальных участках канализационной сети (на магистралях, выпусках) следует устанавливать ревизии или прочистки. Небольшие допускаемые расстояния составляют 12, 15 и 20 м, соответственно, при диаметре труб 50, 100 – 150 и 200 мм (и более). Между прочистками эти расстояния составляют 8 и 10 м, соответственно, при диаметре труб 50 и 100 – 150 мм (при большом диаметре труб прочистки не применяют).

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм и не более 12 м при диаметре 100 мм. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до смотрового колодца - 3 м. Выпуски следует прокладывать с уклоном не менее 0,02.

Внутриквартальную сеть канализации прокладывают параллельно наружным стенам здания, по кратчайшему пути к уличному коллектору, с наименьшей глубиной заложения труб по правилам устройства наружных канализационных сетей. Глубина заложения внутриквартальной сети определяется отметкой наиболее заглубленного (диктующего) выпуска из здания. Диктующим будет выпуск, принимающий стоки от приемников, установленных в подвале. Диаметр труб внутриквартальной сети обычно принимают не менее 150-200 мм. Расчет внутриквартальных сетей проводят по нормам и правилам проектирования внутренней канализации

Правила конструирования водоотводящих сетей.

Для бытовых нужд канализационные трубы производятся из различных материалов и разного диаметра.



Чугунные канализационные трубы давно не применяются в бытовой канализации, их место заняли пластиковые аналоги, которые могут быть изготовлены из следующих материалов:

- Полиэтилен. Канализационные трубы из этого материала обладают гибкостью, провисают, поэтому их стыки сложно загерметизировать. Применяются полиэтиленовые трубы в промышленной канализации, где их армируют поперечными кольцами и используют на участках со сложным ландшафтом. Во внутренней канализации их не используют.
- Полипропилен. Довольно дорог, но обладает хорошей механической прочностью. Канализационные трубы из этого материала

термоустойчивы, стойкие к воздействию абразивных частиц и прекрасно переносят чистку тросом.

- Поливинилхлорид. Трубы из ПВХ почти не отличаются от полипропиленовых своими свойствами, но они немного шумнее и могут прогибаться при протекании по ним воды свыше 70 градусов.

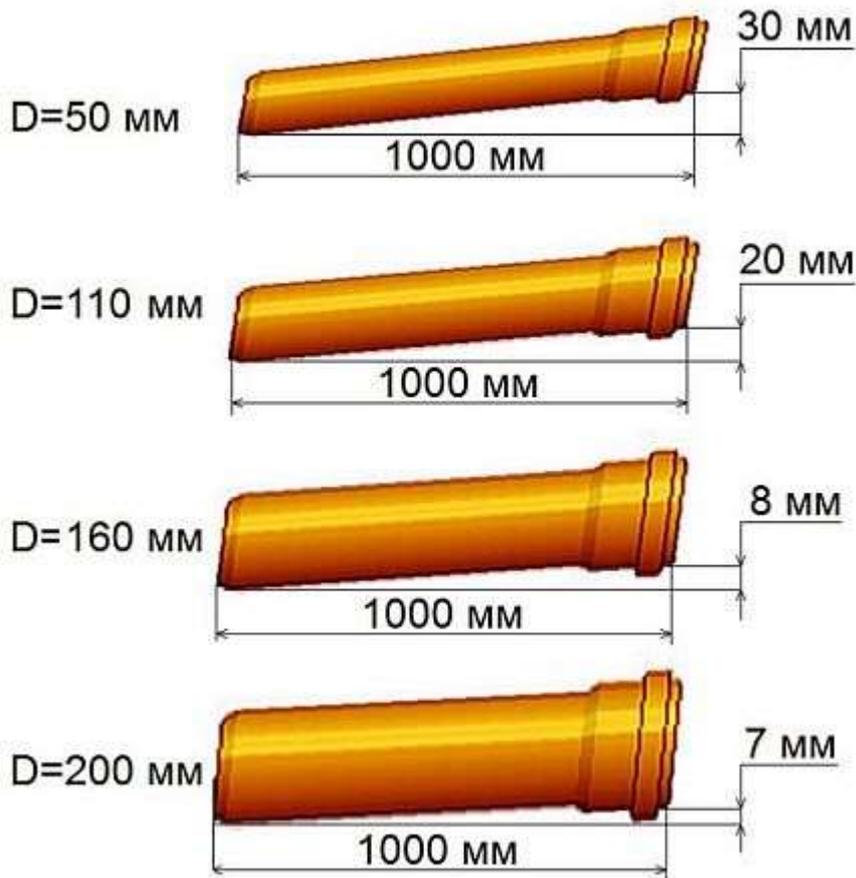
Наиболее распространены при монтаже внутренней канализации трубы диаметром 40 мм и 50 мм.

Труба или переходник имеет два разных конца: гладкий и с расширением (раструбом). В раструб вставляется простой конец другой трубы. Для герметизации соединения в расширении имеется канавка для установки резинового кольца. Для лучшего скольжения при монтаже уплотнитель можно смазать тонким слоем силикона.

Особенность внутренней канализации заключается в том, что и недостаточный, и избыточный уклон труб приводит к их засорению. При маленьком наклоне твердые частицы оседают на дне, не смываясь слабым потоком воды. При большом проценте уклона чистая жидкость быстро уходит, а на стенках остаются и затвердевают пищевые частицы, которые со временем сужают просвет трубы. Максимально допустимый уклон не должен быть более 150 мм на метр трубы. Соблюдение норм горизонтального монтажа труб приводит к эффекту «самоочищения», при котором твердые частицы смывает потоком воды в стояк, и они не оседают на внутренней стенке канализации.



Указанные значения уклона рассчитываются на один метр трубы, поэтому если в доме от раковины идет трехметровая труба диаметром 50 мм, то разница её уровней у канализационного стояка и в месте соединения с сифоном должна составлять не менее 9 см.



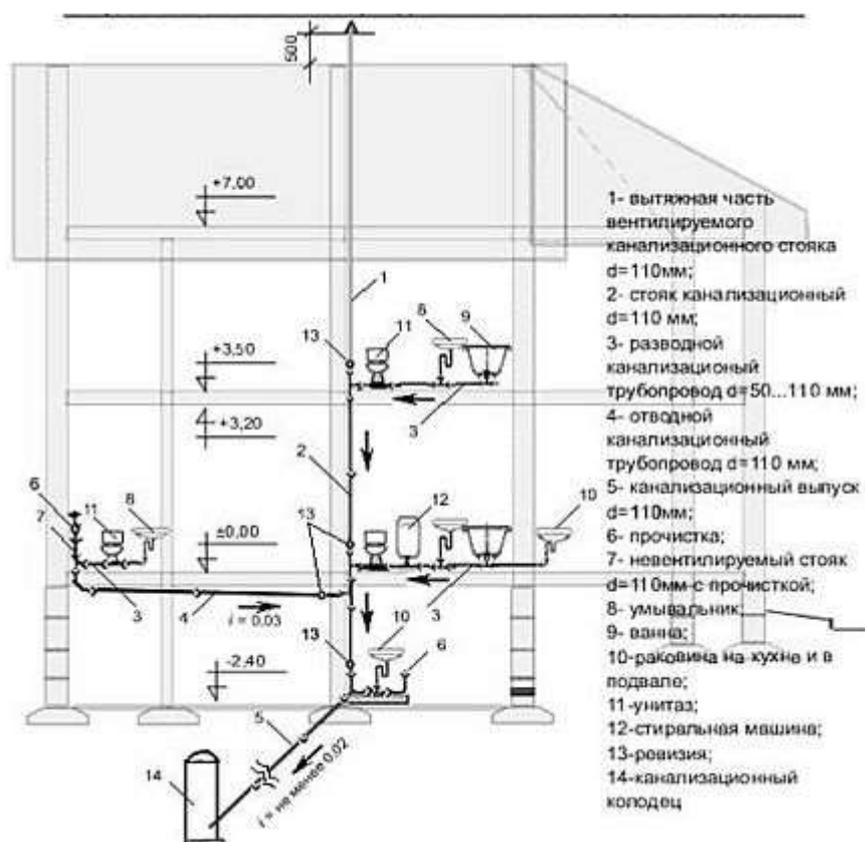
Запах канализационных нечистот остается в трубах и стояках благодаря такому гидрофизическому явлению, как гидрозатвор. Это водяная пробка, которая образуется в сифоне за счет сливаемой воды. Она не дает проникать в санузел гнилостному запаху.

Если у канализационных труб недостаточная проходимость, то при массивном спуске воды может происходить срыв гидрозатвора. При этом за счет сифонного эффекта вся вода уходит из изгиба, и гнилостный воздух поступает из канализации в помещение.

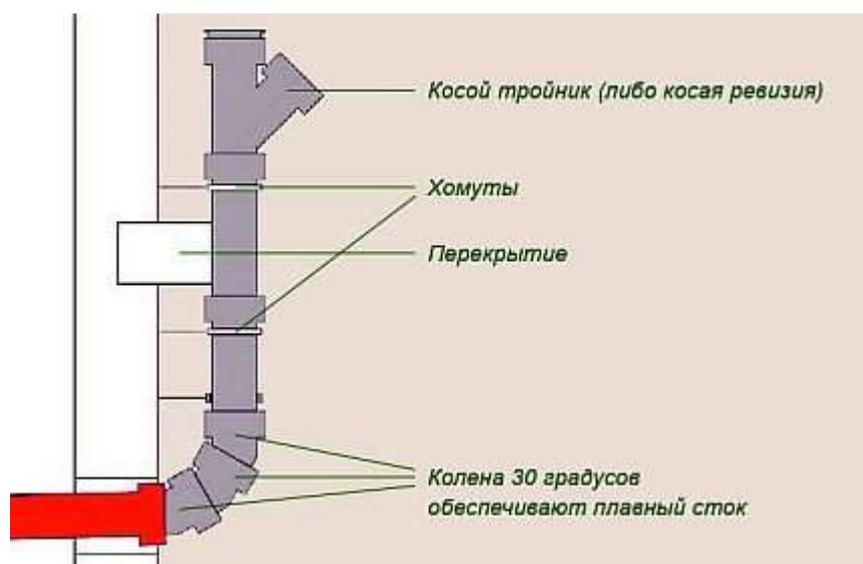
Принцип работы сифона (гидрозатвор)



Верхняя часть стояка выводится выше кровли дома и оборудуется специальной крышкой или клапаном, которые позволяют воздуху заходить в трубу в моменты спуска воды для предотвращения сифонного эффекта и срыва



При планировании строительства дома необходимо ориентироваться на следующую последовательность монтажа его внутренней канализации: Устанавливаются стояки, их концы выводятся на крышу и в подвал. Подводы для унитазов присоединяются к стоякам. Формируется горизонтальная разводка и подключается один её конец к стояку. Подсоединяются сифоны к сантехнике. Сантехнические приборы соединяются с системой канализации.



Изменить схему канализации в квартире довольно сложно, потому что унитазы всегда должны быть расположены рядом с вертикальным стояком. Их перемещение на несколько метров будет сопровождаться необходимостью прокладки 110мм трубы по все квартире, что не добавит эстетичности внешнему

виду комнат.

От унитаза всегда идет отдельная 110 мм труба. Она может принимать в себя дополнительные подводы с другого сантехнического оборудования или предназначаться исключительно для слива унитаза. При классической схеме в горизонтальную разводку на дальнем конце трубы подключается мойка, затем присоединяются ванна или душ, потом – стиральная машинка с раковиной. После этого труба состыковывается с тройником унитаза или непосредственно со стояком.

Глубина заложения трубопроводов системы водоотведения.

В целом же глубина прокладки канализационной трубы зависит от четырех важных факторов:

-от того, каким образом укладывается трубопровод (в лотках либо его выполняют в так называемом "открытом виде");

-от состава земли и геологических условий в зоне укладки;

-от степени промерзания грунта в зимний период (в тех случаях, когда возможны критические морозы, глубину закладки увеличивают от рекомендованной в Санитарных нормах на 30 процентов);

-от типа канализационной системы (она может быть напорной или самотечной).

Глубина заложения трубы выпуска определяется:

- глубиной промерзания грунта (низ трубы может находиться на 0,3 м выше границы промерзания);

- условиями предохранения трубы от механических повреждений (в местах где возможен проезд транспорта, глубина заложения должна быть не менее 0,7 м);

- глубиной заложения внутриквартальной канализационной сети;

Диаметр трубы, мм	Минимальная глубина укладки трубопровода, м
до 500	на 0,3 м выше уровня промерзания грунта
от 500 и выше	0,5 м выше уровня промерзания грунта или не выше 0,7м от поверхности земли.

При необходимости выпуск можно прокладывать по меньшей глубине, обеспечивая его теплоизоляцию. Однако в любом случае глубина заложения выпуска должна быть не менее 0,7 м до его верха.

Классификация сточных вод. Системы и схемы водоотведения. Основные элементы системы водоотведения. Устройство водоотводящих сетей и сетевых сооружений. Трубы и коллекторы. Колодцы. Канализационные насосные станции.

Классификация сточных вод

Сточные воды — любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека .

Сточные воды могут быть классифицированы по следующим признакам:

- производственные (промышленные) сточные воды (образующиеся в технологических процессах при производстве или добыче полезных ископаемых), отводятся через систему промышленной или общесплавной канализации

- бытовые (хозяйственно-фекальные) сточные воды (образующиеся в жилых помещениях, а также в бытовых помещениях на производстве, например, душевые кабины, туалеты), отводятся через систему хозяйственно-бытовой или общесплавной канализации

- поверхностные сточные воды (делятся на дождевые и талые, то есть образующиеся при таянии снега, льда, града), отводятся как правило через систему ливневой канализации. Так же могут называться «ливневые сточные воды»

В индустриально развитых странах главным потребителем воды и самым крупным источником стоков является промышленность. **Промышленные стоки** в реки по объёму в 3 раза превышают коммунально-бытовые.

Вода выполняет разные функции, например служит сырьём, обогревателем и охладителем в технологических процессах, кроме того, транспортирует, сортирует и промывает разные материалы. Вода также выводит отходы на всех стадиях производства - от добычи сырья, подготовки полуфабрикатов до выпуска конечной продукции и ее расфасовки. Поскольку гораздо дешевле выбрасывать отходы разных производственных циклов, чем перерабатывать и утилизировать, с промышленными стоками сбрасывается громадное количество разнообразных органических и неорганических веществ. Более половины стоков, поступающих в водоёмы, дают четыре основные отрасли промышленности: целлюлозно-бумажная, нефтеперерабатывающая, промышленность органического синтеза и черная металлургия (доменное и сталелитейное производства).

Наиболее известным источником загрязнения воды, которому традиционно уделяется главное внимание, являются **бытовые (или коммунальные) сточные воды**. Водопотребление городов обычно оценивают на основе среднего суточного расхода воды на одного человека, в США равного примерно 750 л и включающего воду питьевую, для приготовления пищи и личной гигиены, для работы бытовых сантехнических устройств, а также для

полива лужаек и газонов, тушения пожаров, мытья улиц и других городских нужд. Почти вся использованная вода поступает в канализацию. Поскольку ежедневно в сточные воды попадает огромный объем фекалий, главной задачей городских служб при переработке бытовых стоков в коллекторах очистных установок является удаление патогенных микроорганизмов. При повторном использовании недостаточно очищенных фекальных стоков содержащиеся в них бактерии и вирусы могут вызвать кишечные заболевания (тиф, холеру и дизентерию), а также гепатит и полиомиелит.

В растворенном виде в сточных водах присутствуют мыло, синтетические стиральные порошки, дезинфицирующие средства, отбеливатели и другие вещества бытовой химии. Из жилых домов поступает бумажный мусор, включая туалетную бумагу и детские подгузники, отходы растительной и животной пищи.

С улиц в канализацию стекает **дождевая и талая вода**, часто, с песком или солью, используемыми для ускорения таяния снега и льда на проезжей части улиц и тротуарах.

В составе **сточных вод** выделяют две основных группы загрязнителей:

1. Которые с трудом вступают в химические реакции и практически не поддаются биологическому разложению (соли тяжёлых металлов, фенолы, пестициды)

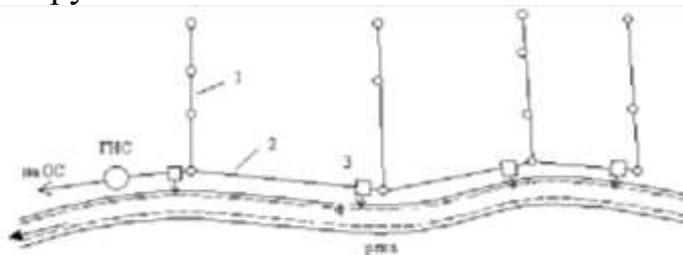
2. Которые могут подвергаться процессам самоочищения водоёмов.

В состав сточных вод входят как неорганические (частицы грунта, руды и пустой породы, шлака, неорганические соли, кислоты, щёлочи); так и органические (нефтепродукты, органические кислоты), в т.ч. биологические объекты (грибки, бактерии, дрожжи, в т.ч. болезнетворные).

Основные элементы систем и схем водоотведения

Под системой канализации принято понимать совместное или раздельное отведение сточных вод трех категорий. В практике наиболее широкое распространение получили общесплавная и раздельные системы канализации.

Общесплавными называют системы канализации, при которых все сточные воды - бытовые, производственные и дождевые - сплавляются по одной общей сети труб и каналов за пределы городской территории на очистные сооружения.

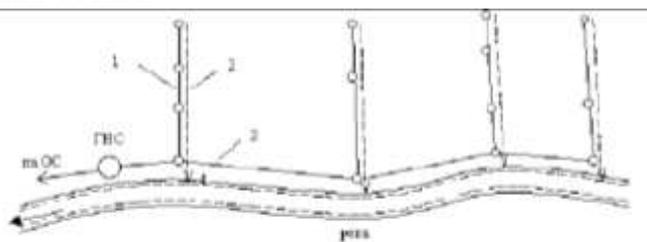


Общесплавная система водоотведения

1 – коллектор бассейна водоотведения; 2 – главный коллектор; 3 – ливневспуск; 4 – выпуск

Раздельными называют системы канализации, при которых дождевые и условно чистые производственные воды отводят по одной сети труб и каналов, а

бытовые и загрязненные производственные сточные воды - по другой, одной или нескольким сетям.



Канализационную сеть, предназначенную для приема и отведения атмосферных вод, называют **дождевой** (ливневой) или водостоком. Если в дождевую канализацию сбрасывают практически чистые незагрязненные производственные сточные воды, то ее называют производственно-дождевой.

Сеть, предназначенную для приема и отведения бытовых вод, называют **бытовой**.

Производственной называют канализационную сеть промышленного предприятия, предназначенную для приема и отведения только загрязненных производственных сточных вод (при отдельном их удалении);

производственно-бытовой - сеть, предназначенную для приема и отведения совместно производственных и бытовых сточных вод. Совместное отведение бытовых и производственных сточных вод допускается только в тех случаях, когда это не нарушает работы сети и очистных сооружений бытовой канализации.

Раздельная система канализации может быть полной или неполной.

Полной раздельной называют систему, включающую две или несколько совершенно самостоятельных канализационных сетей:

- сеть по которой отводят только дождевые или дождевые и условно чистые производственные воды;
- сеть для отвода бытовых и части загрязненных производственных вод, допускаемых к спуску в бытовую канализацию;
- сеть, по которой отводят загрязненные производственные воды, не допускаемые к совместному отведению с бытовыми.

Неполной раздельной называют систему канализационных сетей, предусматриваемую для отвода только наиболее загрязненных производственных и бытовых сточных вод; атмосферные воды при этой системе стекают в водные протоки по кюветам проездов, открытым лоткам, канавам и тальвегам.

Разновидностями общесплавной и раздельной систем являются *полураздельная и комбинированная системы канализации*.

Полураздельная система канализации состоит из тех же самостоятельных канализационных сетей, что и полная раздельная система, и одного главного (перехватывающего) коллектора, отводящего на очистные сооружения бытовые, производственные, талые воды, воды от мытья улиц и часть наиболее загрязненных дождевых вод.

Комбинированные системы канализации появились в результате расширения городов, имеющих общесплавную систему канализации. Ввиду того, что в сухую погоду общесплавные коллекторы загружены не полностью, к

ним присоединяли бытовую и производственную канализационные сети от районов новой застройки, а для атмосферных вод, которые уже не могли быть приняты в существующие общесплавные коллекторы, прокладывали самостоятельные дождевые канализации с выпуском атмосферных вод в ближайшие водоемы без очистки.

Таким образом, появилась комбинированная система канализации, при которой в одних районах города сохранилась общесплавная система, в других - полная раздельная, в третьих - неполная раздельная система.



Схемы канализационной сети городов, населенных пунктов или промышленных предприятий зависят от:

1. рельефа местности;
2. грунтовых условий;
3. места расположения очистных станций;
4. концентрации и разновидностей загрязнений сточных вод;
5. планировочных факторов и других условий (наземных и подземных препятствий и др.).

В первоначальный период строительства канализаций, когда сточных вод было мало и к их очистке не предъявлялось строгих требований, коллекторы бассейнов канализования трассировались по наикратчайшему направлению перпендикулярно водоему, если этому не препятствовал рельеф местности. Такую схему канализационной сети называли **перпендикулярной**.

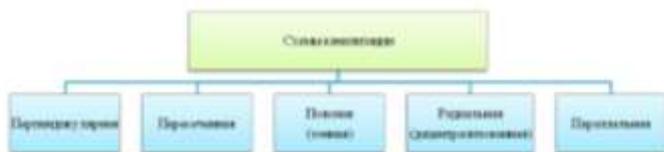
Если коллекторы отдельных бассейнов перпендикулярной схемы перехватывают главным коллектором, прокладываемым параллельно водоему, то такую схему канализационной сети называют **пересеченной**.

Пересеченную схему рекомендуется применять в местностях с хорошо выраженным уклоном к реке для отведения всех трех категорий сточных вод.

Территорию, состоящую из нескольких отдельных террас со значительной разностью отметок, можно разбить на зоны (пояса), канализуемые самостоятельно. Такую схему канализационной сети называют **поясной** или **зонной**.

Сточные воды верхней зоны могут самотеком поступать на очистные станции, и только сточные воды нижней зоны перекачивают непосредственно на очистные станции или в коллектор верхней зоны, что уменьшает эксплуатационные расходы.

Радиальная или **децентрализованная** схема канализационной сети имеет несколько очистных станций.



Основные элементы систем и схем водоотведения

Канализационным городским коллектором называется главный канал, собирающий и отводящий стоки к очистным сооружениям. Традиционно он прокладывается под землей, ниже уровня промерзания грунта. С инженерной точки зрения это всего лишь трубопровод большего диаметра, чем другие трубы в системе.

Длина выпуска из лежневки до оси колодца зависит от диаметра:

Максимальная длина	Диаметр
8 м	50 мм
12 м	100 мм
15 м	150 мм и более

Колодец

Эту часть системы канализации многие видят каждое утро, выходя на улицу из подъезда. Как правило, он сложен из железобетонных колец, внутри есть специальные скобы-ступени, позволяющие опускаться в него. Дно забетонировано, а крышка традиционно изготавливается из чугуна.

Их «прописка» напротив подъездов неслучайна – они расположены в точности напротив выпусков. Сами колодцы между собой соединены чугунной трубой диаметром от 150 мм, уложенной по уровню дна с учетом уклона местности.

Помимо основных колодцев, ветки канализации снабжаются дополнительными смотровыми. Их расположение зависит от диаметра трубы:

Максимальное расстояние между колодцами	Диаметр
35 м	150 мм
50 м	200 — 450 мм
75 м	500 — 600 мм

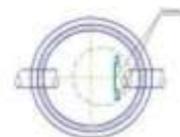
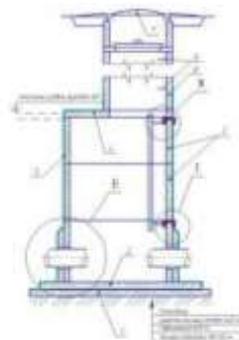
Коллектор

Ну и, наконец-то, мы подходим к той части канализационной системы, в которой человек поместится в полный рост. В данном случае речь пойдет про подземный канал, перемещающий стоки целых микрорайонов к городским очистным сооружениям.

Именно здесь стыкуется коллектор и канализация целого микрорайона. Движение сточных вод в большинстве случаев осуществляется самотеком.

Каналы сооружают из:

Кирпича – это самый старый материал, который еще служит во многих городах;





Строительство канализационных коллекторов раньше осуществлялось из кирпича.

Железобетона. Прочные сборные конструкции, применявшиеся ранее, уступают место монолитной технологии. Бетон подается прямо в заранее сооружаемую опалубку;

Пластиковых труб большого диаметра. Это новая технология, позволяющая упростить и удешевить ремонтно-восстановительные работы городской канализационной сети.



Гладкая внутри и гофрированная снаружи.

Каждое соединение коллектора и канализации оснащается ревизионным люком — с его помощью можно оперативно осуществить прочистку приточных труб и провести анализ состояния самого коллектора.

Из-за сложного рельефа местности, когда движение стоков самотеком невозможно, в системе устанавливается напорный коллектор канализации. Для его обустройства применяют напорные полиэтиленовые трубы и мощные фекальные насосы.

Канализационная насосная станция (КНС) представляет собой комплекс оборудования и резервуаров для перекачки сточных вод. Потребность в установке такой станции возникает в случаях, если транспортировка стоков самотеком по каким-либо причинам невозможна.

Конструкция и внутреннее устройство КНС. При выборе КНС учитывают предполагаемые объемы сточных вод, размеры устройства, степень загрязненности сточных вод и тип загрязнений. На выбор влияют особенности рельефа земельного участка, на котором устанавливается станция, и глубина, на которую заложен проводящий трубопровод. Обычно в резервуар воды сливаются самотеком, после чего откачиваются насосами и транспортируются к месту утилизации или к очистным сооружениям. Как правило, резервуар КНС представляет собой полимерный бак, закопанный в землю. Горловина емкости выводится на поверхность для облегчения планового осмотра, ремонта и обслуживания станции. Она закрывается полимерной или стальной крышкой. Внутри резервуара расположен трубопровод, подсоединенный через патрубки в

стенках. Равномерность поступления вод обеспечивается за счет отбойника, а отсутствие завихрений потока — благодаря водобойной стенке. Канализационные станции, используемые для бытовых целей, оснащаются 1-2 насосами. Если же оборудование предназначено для отвода стоков коммунальных предприятий, насосов должно быть не менее двух. На КНС разного назначения ставятся насосы различных типов. Для бытовых станций лучше использовать насосы с режущим механизмом, для коммунальных — не рекомендуется, поскольку твердые отходы, попав в канализацию, могут стать причиной поломки режущего механизма.



Принцип работы канализационной станции Независимо от типа КНС принцип работы всех систем одинаков. В приемную часть сливаются стоки, которые благодаря плотной прокладке воды не просачиваются в грунт, и под давлением принудительно прокачиваются насосами в напорный трубопровод. Далее сточные воды попадают в распределительную камеру и по трубам транспортируются

на очистные сооружения. Чтобы стоки не возвращались обратно в трубопровод насоса, предусмотрен обратный клапан. Если объем стоков существенно повышается, включается дополнительный насос. Если насосы не справляются с объемами сточных вод, включается сигнализация.

Работа КНС управляется автоматически. Контроль за уровнем поступающих отходов осуществляется с помощью поплавковых датчиков, расположенных на разных уровнях, благодаря чему станция работает в таком режиме: Датчики первого уровня указывают на малый объем стоков, насосы не работают. Датчики второго уровня включают насос на перекачку скопившихся отходов. Объем стоков в пределах нормального. Датчики третьего уровня срабатывают при повышенном объеме вод и включают резервный насос для откачки избытка стоков. Датчики четвертого уровня включают аварийный сигнал, поскольку устройства для откачки сточных вод не справляются с их объемом. В этом случае обслуживающей бригаде необходимо принять меры для нормализации работы КНС, так как сигнализация может включиться в результате поломки одного из насосов. Для упрощения обслуживания КНС оборудованы люком и лестницей. Когда перекачка отходов завершена, уровень стоков падает ниже первого датчика, система отключается. При следующем включении срабатывает другой насос, выполнявший до этого функцию дополнительного. Такая система работы позволяет предотвратить преждевременный износ механизмов одного насоса.

Насосное оборудование — основная часть КНС. Оно перекачивает бытовые сточные воды, производственные отходы, ил, ливневые воды. Различают такие виды канализационных насосов: погружные; консольные;

самовсасывающие. Погружной канализационный насос — это устройство напорного действия, постоянно находящееся в погруженном состоянии. Материалы для изготовления такого насоса выбираются устойчивые к агрессивным средам.



Устройство удобно и занимает относительно немного места, поскольку постоянно находится в погруженном состоянии, нет необходимости в подготовке отдельной площадки для него и дополнительной трубной развязке. Преимущества насосов этого типа: надежность; простота эксплуатации; редкое техническое обслуживание; способность эффективно работать при низких температурах; охлаждение окружающей и протекающей жидкостью; универсальность: насосы используют и для сухой установки. Консольный канализационный насос сухой установки — устройство, чаще всего применяемое в крупных КНС промышленного уровня. Такие насосы не монтируют в модульных станциях. При их установке необходимо подготовить отдельный фундамент и правильно подвести трубы.



Ввод в эксплуатацию такого насоса лучше доверить специалистам. Консольные насосы стоят открыто, доступ к ним облегчен, что в значительной мере упрощает ремонтные работы. Преимущества консольных перекачивающих устройств: надежность; удобный доступ к рабочему колесу, двигателю; простота техобслуживания; возможность изменения производительности за счет правильного подбора электродвигателя и других элементов конструкции. Самовсасывающий фекальный насос сухой установки представляет собой агрегат, используемый на коммунальных и промышленных КНС для перекачивания сильно загрязненных стоков.



Эти устройства удобны в обслуживании за счет конструкции электродвигателя с фланцевым креплением, не засоряются благодаря просторному проходу в патрубке и рабочем колесе. Преимущества устройства: удобен в обслуживании за счет выдвижной конструкции; мало подвержен засорению; работает при отрицательных температурах при установке специального нагревательного элемента; прокачивает канализационные стоки с твердыми элементами, осадком; максимально герметичен благодаря двойному механическому уплотнению; Также следует заметить, что при необходимости такой насос легко демонтируется.

Тема 9 Дождевая канализационная сеть. Водостоки

[#ТеоретическийРаздел](#)

Основы метеорологического расчета дождевой сети. Трассировка дождевой сети. Дождеприемники и внутренние водостоки.

Внутренние водостоки должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель зданий в любое время года. Необходимость устройства внутренних водостоков определяется архитектурно-строительной частью проекта. Отвод воды из системы внутренних водостоков следует осуществлять в наружные сети дождевой или общесплавной канализации (отвод воды в систему бытовой канализации не допускается).

При отсутствии в районе строительства дождевой или общесплавной канализации допускается выпуск из внутренних водостоков открыто в лотки около здания (открытый выпуск). Чтобы предохранить водосточный стояк от промерзания при открытом выпуске, внутри здания на стояке устанавливается гидрозатвор, талые воды от которого в зимнее время следует отводить в бытовую канализацию. Независимо от результатов расчета на плоской кровле здания и в одной ендове должно быть установлено не менее двух водосточных воронок при максимальном расстоянии между ними 48 м.

При размещении водосточных воронок на кровле следует учесть особенности рельефа кровли и конструкции здания исходя из площади водосбора, допускаемой на одну воронку. Водосточные воронки отводящие воду с кровель, расположенных на разных уровнях, желательно подключать к самостоятельным стоякам. Однако возможно присоединение таких воронок к общему стояку, пропускная способность которого должна обеспечить пропуск всего расчетного расхода, не допустив залива нижней кровли.

Соединение водосточной воронки со стояком делается эластичным, что достигается путем установки компенсационных раструбов, воспринимающих усилия, которые возникают при изменении температуры трубопроводов.

Для расчета системы внутренних водостоков необходимо знать расчетный расход дождевых вод, а затем, зная расчетные расходы на одну водосточную воронку и один водосточный стояк, можно определить необходимое число воронок и стояков.

Расчетный расход дождевых вод Q определяется по методу предельных интенсивностей в зависимости от величины водосборной площади кровли F (м²) и интенсивности дождя q л/с с1 га. Водосборная площадь F равна горизонтальной проекции кровли.

$$F = F_{\text{кровли}} + 30\% F_{\text{кровли}}$$

При расчете плоских кровель (уклон менее 1,5%) задаются q_{20} , т.е. интенсивностью дождя для данной местности продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя P , равной 1 году.

При расчете скатных кровель (уклон более 1,5%) задаются q_5 , т.е. интенсивностью дождя для данной местности за 5 минут.

В данной работе принимаем уклон кровли 0,001, следовательно расчетный расход дождевых вод будет определяться по формуле:

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, л/с$$

где F- водосборная площадь, м²; q₂₀ = 95 - интенсивность дождя на 1га продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1году, л/с.

Принимаем диаметр стояка, материал трубы.

Максимальный расход, который пропускает система без повышения уровня воды над воронкой при напорном режиме, определяется по формуле:

$$q = \sqrt{\frac{H}{S_0}}$$

где H – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и оси выпуска, м;

$$\begin{aligned} I &= \nabla_{\text{воронка}} - \nabla_{\text{оси выпуска}} \\ \nabla_{\text{оси выпуска}} &= \nabla_{\text{воронка}} + L \cdot i \end{aligned}$$

S₀ - полное сопротивление системы, (м*с²)/л², оно определяется по формуле:

$$S_0 = A_l \cdot l + A_m \cdot \sum \xi, м \cdot с^2 / л^2$$

где A- удельное сопротивление трубопроводов трению; A_м - удельное местное сопротивление; l- длина трубопровода, м; ∑ξ- сумма коэффициентов местных сопротивлений, включая вход в воронку, поворот, гидрозатвор и выпуск.

После вычисления расчетного расхода определяется необходимое количество водосточных воронок с учетом допустимых расходов, расчетный расход должен быть меньше допустимого расхода.

$$Q_{расч} < Q_{доп}$$

Принимаем 2 водосточных воронки. 3,64/2 = 1,82л/с < 2,48л/с -условие выполняется.

Дождевую канализацию К2 городов проектируют согласно требованиям ТКП 45-4.01-56-2012 (02250) «Канализация: наружные сети и сооружения». Ее старое название: *ливневая канализация, ливнёвка.*

Гидравлический расчет сети заключается в подборе диаметра и уклона трубопровода. Высотное проектирование сети состоит из расчетов, необходимых при построении профиля сети, а также для определения величины минимального заложения уличной сети.

В соответствии с Генпланом проектируемого района с учетом рельефа местности определяются бассейны водосбора и площади всех элементов кварталов.

Расчет расходов на участках.

Запроектированная дождевая водоотводящая сеть разбивается на расчетные участки, каждому узлу (колодцу) сети присваивается номер. Согласно

ТКП расчетные расходы дождевых вод следует определять с помощью метода предельных интенсивностей по формуле:

$$q_{col} = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-1}} \cdot \beta, \text{ л/с}$$

где А, n – параметры;

z_{mid} – средневзвешенное значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, га;

F – расчетная площадь стока, га;

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

β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима.

Параметр А определяется по формуле:

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

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

n – показатель степени;

m_r – среднее количество дождей за год;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя;

γ – показатель степени.

Средневзвешенное значение коэффициента z_{mid} характеризующего поверхность бассейна стока, определяется по формуле:

$$z_{mid} = \frac{1}{F_{,o}} \sum z_i \cdot F_i,$$

где z_i – коэффициент покрова для i-той части бассейна стока;

F_i – площадь i-той части бассейна стока, га;

$F_{общ}$ – площадь всего бассейна стока, га.

Расчетная площадь стока для участка сети принимается равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход.

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка t_r определяется по формуле:

$$t_r = t_{\text{con}} + t_{\text{can}} + t_p$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии внутри квартала дождеприемников. Значение t_{con} принимается равным 5 – 10 мин при отсутствии внутриквартальных закрытых сетей, или 3 – 5 мин при их наличии;

t_{can} – продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам, определяется по формуле:

$$t_{\text{can}} = 0,021 \sum \frac{l_{\text{can}}}{v_{\text{can}}}$$

где l_{can} – длина участков лотка, м;

v_{can} – расчетная скорость течения по лоткам, м/с;

t_p – продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения, определяется по формуле:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения на участке, м/с.

Требования, предъявляемые к гидравлическому расчету и высотному проектированию

1. Наименьший (минимальный) диаметр и уклон для внутриквартальной сети принимаются соответственно 200 мм и 0,007. Для уличной сети минимальный диаметр принимается 250 мм.

2. Расчетное наполнение в трубах дождевых сетей принимается полным.

3. Скорости течения в трубах при данном расчетном расходе должны быть не меньше минимальных, представленных в табл. ТКП.

4. Максимально допустимая скорость течения для неметаллических труб – 7 м/с, а для металлических – 10 м/с.

5. Трубопроводы соединяют по «шелыгам».

6. Диаметры труб от участка к участку должны возрастать, исключения

допускаются при резком увеличении уклона местности.

7. Минимальную глубину заложения рекомендуется принимать как наибольшую из двух величин:

$$h' = h_{\text{пр}} - a, \text{ м};$$

$$h'' = 0,7 + D, \text{ м},$$

a – параметр, принимаемый в зависимости от диаметра труб: до 500 мм – 0,3 м, для большего диаметра – 0,5 м.

8. Максимальная глубина заложения для заданных грунтов 7 – 8 м.

9. Для труб диаметром более 500 мм рекомендуется учитывать местные сопротивления на поворотах, слияниях и перепадах.

10. Для самотечных безнапорных сетей рекомендуется применять железобетонные, пластмассовые трубы, а для напорных сетей – напорные железобетонные и пластмассовые трубы.

По ТКП, для трубопроводов дождевой канализации следует принимать полное расчетное наполнение ($h/d = 1$).

Элементы дождевой сети.

Элементы дождевой канализации К2 рассмотрим на примере двухэтажного здания с подвалом.

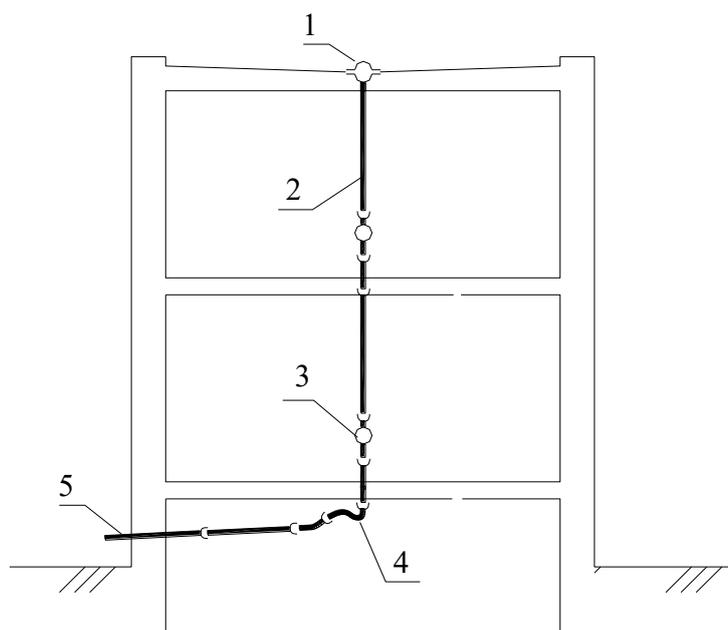


Рис. 14

- 1 - водосточная воронка. Здесь показана воронка колпакового типа, для неэксплуатируемых кровель. Плоские коронки устраиваются для эксплуатируемых кровель. Марка воронки подбирается по её пропускной способности, которая рассчитывается по методике ТКП 45-4.01-54-2007.
- 2 - водосточный стояк. Прокладывается в лестничных клетках и коридорах.
- 3 - ревизия.
- 4 - сифон (гидравлический затвор). Он предохраняет от образования ледяной пробки на выпуске К2 в весенний период.

5 - открытый выпуск К2. Устраивается при отсутствии наружной водосточной сети К2. Рекомендуется устраивать с южной стороны здания. При наличии наружной водосточной сети К2 выпуск дождевой канализации устраивают как в К1.

Дождеприемники и внутренние водостоки.

Способов отведения атмосферных (дождевых и талых) вод с кровель зданий три:

1) **Неорганизованный способ.** Применяется для одно- и двухэтажных зданий. Вода просто стекает с карниза здания, для чего вынос карниза от вертикальной поверхности наружной стены должен быть не менее 0,6 метра.

2) **Организованный способ по наружным водостокам.** Применяется для 3-5 этажных зданий. Вдоль карниза здания устраивается желоб, который направляет стекающие атмосферные воды в водосточным воронкам. Далее вода стекает вниз по наружным водосточным стоякам и выходит через выпуски на отмостку здания, которую обычно укрепляют бетонированием от размывания.

3) **Организованный способ по внутренним водостокам** (это дождевая канализация К2). Применяется для жилых зданий более 5 этажей, а также для зданий любой этажности с широкой кровлей (более 48 метров) или многопролётных зданий (обычно это промздания).

Дождеприемники или, правильнее, водоприемники и лотки для ливневой канализации, желоба, служащие для сбора потоков воды на поверхности земли, являются наиболее уязвимыми под механическим воздействием от ног, колес, транспортных средств, даже сосулек и замерзающего льда. Водоприемники чаще всего выполняются в форме прямоугольной или цилиндрической коробки из пластиковой или стеклопластиковой арматуры.



Дождеприемники для ливневой канализации должны обеспечить безударный забор потоков воды без разбрызгивания, даже если часть приемного устройства закрыта листвой или кусочками льда. От эффективности работы этого элемента ливневой канализации зависит состояние части фундамента и стены дома. **Лотки** для ливневой канализации представляют собой длинные пластиковые желоба, уложенные непосредственно на песчаную подушку в грунте и закрытые сверху защитной накладкой с отверстиями. Обязательным

условием укладки лотков является соблюдение сливного уклона в направлении приемной трубы. В ряде случаев лотки для ливневой канализации перестают работать эффективно, если на установленные желоба наступают люди или наезжает транспорт. Чтобы избежать этого, по бокам лотка выкладывают бордюр из камня или плитки.

Накладка может быть пластиковой или решетчатой, но последний вариант применяется реже из-за плохой способности задерживать крупный мусор и грязь, попадающие в систему канализации.



Обязательным элементом современных систем сбора дождевой воды считается **пескоуловитель**, освобождающий воду от мельчайших частичек песка, пыли и грязи. По сути, эта конструкция представляет собой большую емкость, в которой дождевая вода отстаивается и разделяется на осадок и чистую воду. В конструкции предусмотрена возможность удаления осадка и загрязнений. Реже применяются вихревые пескоуловители, в которых песчинки и мельчайший гравий выделяются из ливневого потока при прохождении кольцевой камеры.

В отдельных случаях в дополнение к пескоуловителю может устанавливаться фильтр для отделения нефтепродуктов, масел, тяжелых органических веществ, нерастворимых в воде. Обычно такие элементы являются обязательным атрибутом ливневых канализаций заправок, стоянок автотранспорта, автомастерских и для бытовых целей применяются достаточно редко.

Наиболее дорогим и габаритным элементом систем сбора дождевой воды считается **распределительный колодец**. Это устройство представляет собой бочковидную емкость, к которой подключаются трубопроводы от водосборных устройств на определенной территории. В зависимости от размеров участка в одном домовладении может быть установлено 2-3 распределительных колодца. Этот элемент закапывается в грунт таким образом, чтобы водяной столб в емкости находился по уровню ниже, чем подключаемые к нему трубопроводы. В

этом случае собранная вода не будет перетекать из колодца обратно в ливневую канализацию.

Из распределительных колодцев вода направляется в сборную емкость. При наличии центральной ливневой канализации ливневые потоки могут перенаправляться в центральную магистраль либо по мере накопления перекачиваться с помощью насоса к месту утилизации.

С территорий промпредприятий стоки К2 очищают, в основном на сооружениях механического типа.

Данные для проектирования Классификация систем и схемы водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения. Нормы и режимы водопотребления. Потребные расходы воды и напоры в водопроводной сети.

Системы и схемы водоснабжения.

Системы водоснабжения представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой в необходимых количествах, требуемого качества и под требуемым напором. Системы состоят из сооружений для забора воды из источника водоснабжения, ее обработки, перекачки воды к потребителю и сооружений для ее хранения.

Система водоснабжения должна обладать надежностью, то есть обеспечивать снабжение потребителей водой без недопустимого снижения установленных показателей своей работы в отношении количества или качества подаваемой воды

Для выполнения этих задач служат следующие сооружения, входящие в состав системы водоснабжения:

- водозаборные сооружения, при помощи которых осуществляется прием воды из природных источников,
- водоподъемные сооружения, то есть насосные станции, подающие воду к местам ее очистки, хранения или потребления,
- сооружения для очистки воды,
- водоводы и водопроводные сети, служащие для транспортирования и подачи воды к местам ее потребления,
- водонапорные башни и резервуары, играющие роль регулирующих и запасных емкостей в системе водоснабжения.

Большое влияние на схему водопровода оказывает принятый источник водоснабжения: его характер, мощность, качество воды в нем, расстояние от него до снабжаемого водой объекта и т. п. В некоторых случаях для одного объекта используется несколько природных источников.

Схемы водоснабжения городов и населенных пунктов определяется видом источника водоснабжения, качеством воды в нем, рельефом местности, режимом водопотребления. Под схемой водоснабжения понимают генеральный план объекта водоснабжения с указанными на нем всеми водопроводными сооружениями.

Схема водоснабжения города состоит из следующих основных элементов: 1) водоприемных сооружений; 2) водоподъемных сооружений, т.е. насосных станций, подающих воду к очистным сооружениям (насосная станция I подъема) или потребителям (насосная станция II подъема); 3) очистных сооружений; 4) башен и резервуаров, накапливающих запасы воды или регулирующих напоры и расходы; 5) водоводов и сети трубопроводов, предназначенных для транспортирования воды от сооружения к сооружению или к потребителям.

Классификация систем и схем водоснабжения.

Системы водоснабжения могут классифицироваться по ряду основных признаков.

По назначению:• системы водоснабжения населенных мест (городов, поселков),

- системы производственного водоснабжения,
- системы сельскохозяйственного водоснабжения,
- системы противопожарного водоснабжения,
- комбинированные системы водоснабжения (хозяйственно-производственные, хозяйственно-противопожарные и т. д.).

По способу подачи воды:

- самотечные (гравитационные),
- с механизированной подачей воды (с помощью насосов),
- зонные (в одни районы самотеком, в другие насосами).

По характеру используемых природных источников:

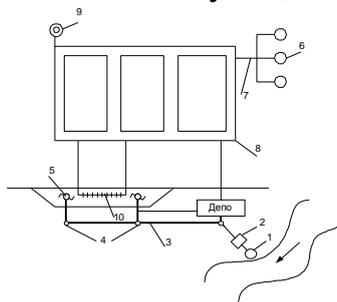
- получающие воду из поверхностных источников (речные, озерные и т. д.),
- получающие воду из подземных источников (родниковые, артезианские и т. д.),
- смешанного типа.

По способу использования воды:

- системы прямоточного водоснабжения (с однократным использованием воды)
- системы оборотного водоснабжения
- системы с повторным использованием воды.

Схемы водоснабжения могут классифицироваться:

1. **Раздельная схема** - обслуживается обычно один объект, например населенный пункт, железнодорожная станция.



где 1 - водозаборные сооружения.

2 - НС2.

3 - водопроводная сеть технической воды.

4 - водонапорные башни.

5 - гидроколонны для заправки паровозов.

6 – водозабор питьевой воды.

7 – водовод питьевой воды.

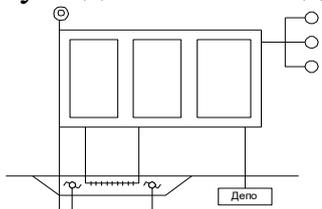
8 – кольцевая водопроводная сеть питьевой воды.

9 – башня питьевой воды.

10 – краны для заправки пассажирских вагонов.

2. Объединенная схема - вода подается к нескольким потребителям. При этом вода может подаваться как по отдельным системам водоснабжения, так и по единой (объединенной) системе.

В населенных пунктах, а также в городах, как правило, устраивают единую систему водоснабжения для хозяйственно-питьевых и противопожарных целей.

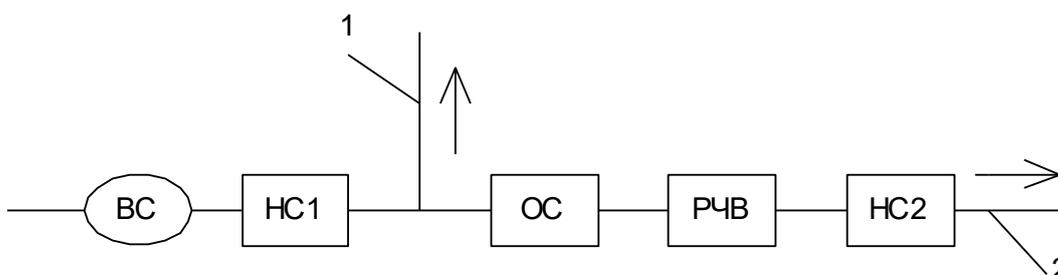


Вода на технологические и противопожарные нужды предприятий в зависимости от требуемого качества и экономической целесообразности может быть получена как от объединенной системы водоснабжения, так и от отдельной.

Отдельный противопожарный водопровод устраивают очень редко и, как правило, для наиболее пожароопасных объектов - предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, складов нефти и нефтепродуктов, хранилищ сжиженных газов, лесоперерабатывающих предприятий и др.

Схемы производственного водоснабжения, кроме того, могут быть прямоточными, прямоточными с повторным использованием воды и оборотными

3. Полураздельная схема

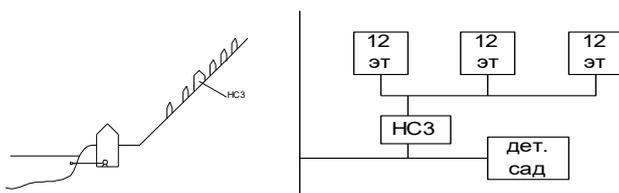


1 – подача технической воды на технологические нужды.

2 – подача питьевой воды.

4. Зонная схема водоснабжения.

Применяется при значительных перепадах рельефа местности и при больших различиях в этажности застройки.



Прямоточные и оборотные системы водоснабжения.

Оборотные системы, как правило, применяют на промышленных предприятиях и представляют собой систему, в которой вода, участвующая в технологическом процессе, не сбрасывается в водоем, а после обработки возвращается в производственный цикл. Потери воды, имеющие место в производстве, восполняются из источника.

В системах повторного использования воды свежая вода, пройдя технологический цикл на одном производстве, участвует в технологическом процессе следующего производства. При использовании такой системы необходимо, чтобы качество воды после использования на первом предприятии удовлетворяло требованиям технологического процесса второго производства; при необходимости требуется ее очистка или охлаждение.

Нормы и режимы водопотребления.

Проект системы водоснабжения разрабатывается с учетом имеющегося водопотребления и перспективы развития с перспективой 15-20 лет.

Для определения расчетных расходов необходимо знать количество потребителей и нормы водопотребления.

Нормой водопотребления называется количество воды, потребляемое одним потребителем в единицу времени, либо количество воды, необходимое для производства единицы продукции.

Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» устанавливает правовые основы питьевого водоснабжения и направлен на удовлетворение потребностей физических и юридических лиц в питьевой воде.

Нормы включают водопотребление в жилых и общественных зданиях на самые различные нужды. Зависят от климатических условий, степени благоустройства зданий, развития социальной инфраструктуры.

Нормы водопотребления определены на основе опыта эксплуатации существующих систем водоснабжения.

Например, для населенных пунктов, застроенных зданиями с внутренним водопроводом, канализацией, горячим водоснабжением норма водопотребления на одного человека составляет 230-350 литров на человека в сутки. В этих пределах выбор нормы производится с учетом местных условий.

В районах с централизованным горячим водоснабжением считается, что 40% этой нормы водопотребления потребляется в виде горячей воды. Дополнительно учитываются расходы питьевой воды на промышленных предприятиях. Например, на одного рабочего в холодном цехе дополнительно учитывается 23 литров воды на человека в сутки, в горячем цехе 45 литров.

Расход воды на полив, принимается в зависимости от способа полива и от характера поливаемых территорий. При отсутствии точных данных о характере поливаемых территорий допускается принимать расход воды на полив 50-90 л. на человека.

Противопожарный водопровод, как правило, объединяется с технологическим, либо с хозяйственно-питьевым. Наружное пожаротушение

зданий осуществляется через пожарные гидранты, установленные в колодцах водопроводной сети.

Расчетное количество одновременных пожаров в городе назначается в зависимости от количества жителей. Так, при числе жителей от 50 до 100 тысяч человек учитываются два одновременных пожара. В это число пожаров могут входить пожары в жилых зданиях и промышленных предприятиях. Выбирается наихудший вариант. В жилых зданиях расход на один пожар назначается в зависимости от этажности.

Для населенных пунктов и отдельных зданий допускается принимать наружное противопожарное водоснабжение из специальных резервуаров, в которых хранится запас воды, необходимый для расчетного времени тушения пожаров. Это в общем случае 3 часа, а для зданий с повышенной огнестойкостью 2 часа.

Подача расчетного расхода воды на пожаротушение должна быть обеспечена при наибольшем водопотреблении на все другие нужды (в час максимального водопотребления).

Режим работы системы водоснабжения определяется режимом разбора воды потребителем.

Для промышленных предприятий график водопотребления можно составить с достаточно высокой точностью на основе технологических данных и данных о начале и конце рабочей смены.

Для населения составить такой график очень сложно т.к. на него влияют множество факторов бытового характера связанных с режимом жизни и трудовой деятельностью людей. На основании изучения и анализа режима водопотребления существующих систем водоснабжения получены вероятные графики водопотребления населения для городов с различной численностью.

Средний часовой расход ($\text{м}^3/\text{ч}$) в сутки максимального водопотребления

$$Q_{\text{ср.ч.}} = Q_{\text{max.сут.}} / 24 = K_{\text{max.сут.}} Q_{\text{ср.сут.}} / 24$$

Средний часовой расход используют для расчета сооружений, подающих воду круглосуточно с равномерным (зарегулированным) расходом (например, водозаборы, насосные станции I подъема, очистные станции, водоводы).

График суточных расходов воды н.с.первого подъема равномерный и составляет 4,17 % от суточной подачи.

Расходы воды и напоры в водопроводной сети.

Проектируемый водопровод рассчитывают на пропуск максимального суточного расхода в соответствии с режимом работы водопроводных сооружений.

При проектировании систем водоснабжения в качестве основного показателя водопотребления принимают средний суточный расход ($\text{м}^3/\text{сут}$)

$$Q_{\text{ср.сут.}} = q_{\text{ср.сут.}} N$$

Где: $q_{\text{ср.сут.}}$ — средняя за год норма водопотребления (например, на 1 чел. на 1 гол. животного), л/сут; принимают по ТКП; N — расчетное число потребителей.

Отклонение его от среднесуточного учитывают коэффициентом максимальной суточной неравномерности $K_{\text{max.сут.}}$, который показывает, во сколько раз расчетный максимальный суточный расход превышает среднесуточный.

При расчетах систем водоснабжения иногда требуется знать суточный расход $Q_{\text{сут.}}$, отклонение которого от среднесуточного учитывают коэффициентом суточной неравномерности $K_{\text{min.сут.}}$.

Коэффициенты суточной неравномерности приводят в нормах проектирования (ТКП) и они составляют:

$$K_{\text{max.сут.}}=1,1\dots1,3 \text{ и } K_{\text{min.сут.}}=0,7\dots0,9$$

Максимальный и минимальный суточные расходы (м³/сут) вычисляют по формулам:

$$Q_{\text{max.сут.}} = K_{\text{max.сут.}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}}$$

$$Q_{\text{min.сут.}} = K_{\text{min.сут.}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}}$$

$$q_{\text{сек}} = \frac{q_{\text{час}} 1000}{3600}$$

Все расчеты сводятся в таблицу водопотребления и строится предварительный график водопотребления (без полива).

Общий расход воды на нужды населения пропорционален числу жителей в населенном пункте, для которого строится система водоснабжения, а также расходу воды на хозяйственно-питьевые нужды, приходящемуся на одного жителя, т.е. норме водопотребления.

Норма водопотребления зависит от характера санитарно-технического оборудования зданий и местных климатических условий. Определяется коэффициент часовой неравномерности.

$$K_{\text{ч.нр.}}^{\text{min}} = \alpha_{\text{min}} \beta_{\text{min}}$$

$$K_{\text{ч.нр.}}^{\text{max}} = \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}}$$

α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий (1,2-1,4).

β - коэффициент, учитывающий количество жителей.

На основании данных о нормах водопотребления, сведений о расчетном числе жителей и потребности в воде промышленных предприятий, забирающих воду из городского водопровода, может быть определено полное среднее расчетное количество воды, которое должно быть подано городу в течение суток.

Во всех точках водопроводной сети должен создаваться так называемый **свободный напор**. Под этим напором вода подается в здания к потребителям.

Напор в водопроводной сети создается насосами, водонапорной башней, пневматической установкой или напорным резервуаром. Расчетным является напор в точке сети, наиболее удаленной от насосов и наиболее высоко расположенной.

Свободные напоры в водопроводной сети хозяйственно-питьевого водопровода населенного пункта в зависимости от этажности зданий необходимо принимать не меньше следующих величин: при одноэтажной застройке — 10 м над землей; при двухэтажной— 12 м; при трехэтажной — 16 м.

Далее на каждый дополнительный этаж нужно добавлять по 4 м.

В системах производственных водопроводов минимальные свободные напоры создают по требованиям технологического проекта.

Требуемый напор в противопожарном водопроводе зависит от принятого способа тушения. Если пожар тушат струями воды, создаваемыми непосредственно действием напора в водопроводе, т. е. получаемыми от пожарных гидрантов, то такой водопровод называется системой тушения высокого давления.

Напор для тушения пожара в водопроводах высокого давления создается только на время пожара специальными насосами, установленными на насосной станции и пускаемыми в работу по получении сигнала о пожаре не позднее чем через 5 мин после его получения.

Тема 11 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.

[#ТеоретическийРаздел](#)

Характеристика подземных и поверхностных вод. Водозаборные сооружения для приема воды из подземных и поверхностных источников. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения. Водоподъемные устройства.

Характеристика подземных и поверхностных вод.

Источники водоснабжения	достоинства	недостатки
Поверхностные воды	Позволяют создавать и регулировать определенные запасы воды	Сильно загрязнены, требуют специальной обработки; соляной состав, температура, а также флора и фауна, которые в ней содержатся, резко меняются в зависимости от сезона года, что затрудняет обработку и очистку
Подземные воды	Как правило, пригодны для питья без специальной обработки, их температура и соляной состав постоянны	Практически невозможно создавать и накапливать запасы подземных вод; трудно поддаются учету

Подземными называют все воды, находящиеся ниже поверхности земли.

Широкое использование подземных вод можно объяснить тем, что при их заборе обычно не нужны сложные и дорогостоящие сооружения по очистке воды.

Отказ от использования этих вод обычно объясняется или потребностью в больших количествах воды, чем могут дать ее подземные запасы, или чрезмерной, с точки зрения потребителя, их минерализацией.

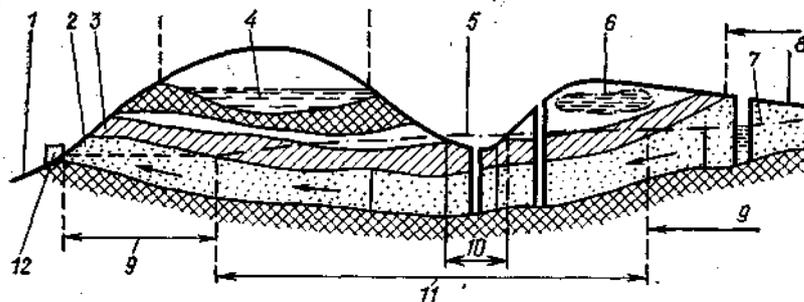
Подземные воды находятся в пустотах внутри горных пород.

Водоносный пласт подстилается водоупорным пластом, называемым иногда *водоупорным ложем* или просто *водоупором*.

Пласты породы, перекрывающие водоносный пласт, называются *кровлей*.

Безнапорные подземные воды насыщают водоносный пласт не на всю его толщину, а имеют свободную поверхность, называемую *зеркалом грунтовых вод*. Уровень воды в колодцах, опущенных в такой пласт, устанавливается на той же отметке, на которой вода была встречена при вскрытии пласта. Давление над свободной поверхностью грунтовых вод равно атмосферному

Мощность водоносного пласта определяется слоем грунта от водоупора до зеркала грунтовых вод.



Общая схема залегания подземных вод:

1—водонепроницаемый подстилающий слой (водоупор); 2 — водоносный пласт; 3 — водонепроницаемый верхний покрывающий слой (кровля); 4 — грунтовый бассейн; 5 — линия пьезометрического напора; 6 — верховодка; 7 — свободная поверхность грунтовых вод; 8 — область питания; 9 — область безнапорных грунтовых вод; 10 — зона фонтанирующих вод; 11 — область напорных (межпластовых) вод; 12 — родники.

Подземные воды, полностью насыщающие водоносный пласт, покрытый сверху водонепроницаемыми грунтами, и обладающие пьезометрическим напором, называются *напорными*. Давление под кровлей напорного пласта больше атмосферного.

В местах выхода водоносных пластов на поверхность земли образуются родники, или ключи. Родники появляются также в тех местах, где вода из напорных водоносных пластов поднимается на поверхность земли по отдельным трещинам и пустотам водонепроницаемых пород, перекрывающих водоносный пласт.

В верхних слоях встречаются воды, обычно называемые «верховодкой». Они характеризуются непостоянством и неопределённостью залегания.

При добывании подземных вод необходимо предварительно подсчитать их запасы, определить их качество и возможные изменения количества и качества во времени.

Запасы подземных вод можно разделить на *динамические* и *статические*.

К динамическим запасам относится количество воды, протекающей в определенный период через какое-либо сечение водоносного пласта.

К статическим запасам принадлежат все неподвижные накопления подземных вод в пустотах данного объема грунта, периодически пополняемые за счет инфильтрации, конденсации или некоторого непостоянного притока со стороны.

Изучение условий залегания и движения подземных вод необходимо для установления наилучшего способа их захвата при помощи особых сооружений, называемых водозаборными, или каптажными.

Водозаборные сооружения для приема воды из подземных и поверхностных источников

При проектировании водозабора должно быть обеспечено решение следующих основных задач: добывание из водоносного пласта требуемого количества воды; постоянство и надежность действия каптажа;

предохранение воды от возможного ухудшения ее качества при переходе из водоносного пласта в водозаборные сооружения.

По методу вскрытия и захвата водоносного пласта каптажные, сооружения можно разделить на *вертикальные, горизонтальные (лучевые) водозаборы и каптажные камеры.*

Вертикальный водозабор, представляет собой цилиндрическую или призматическую вертикальную выработку в водоносном и перекрывающих его пластах (шахтный колодец, буровая скважина).

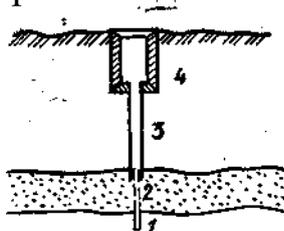
Горизонтальные водозаборы обычно применяют при неглубоком залегании водоносного пласта (6... 7 м) и сравнительно небольшой его мощности или водоносного пласта на горных склонах, когда удобно устройство самотечного водоотлива из котлована выработки.

Колодец состоит из трех частей: водоприемной части 1 и 2, эксплуатационной колонны труб 3 и оголовка 4.

Водоприемная часть, как показывает само название, служит для приема воды из водоносного пласта. Она может включать фильтр 2, через который вода поступает в колодец, и отстойник 1, служащий для отложения в нем частиц грунта, проникнувших через фильтр в колодец.

Колонна труб, закрепляющих стенки трубчатого колодца от обвала, называется эксплуатационной. В этих трубах размещаются водоподъемные приспособления здесь же осуществляется подъем и опускание фильтра, а также его промывка. Кроме того, подъем и опускание фильтра при его смене невозможны без устройства эксплуатационной колонны. Таким образом, внешние размеры насоса и фильтра определяют ее диаметр.

Оголовок (верх) трубчатого колодца устраивают обычно в виде небольшой шахты. В нее выпускают верхний конец эксплуатационной колонны и там же размещают устройства для забора воды из колодца.



Общая схема трубчатого колодца:

1 — отстойник; 2 — водоприемная часть — фильтр; 3 — эксплуатационная колонна труб; 4 — оголовок.

Оголовок предохраняет колодец попадания в него загрязнении. В нем могут находиться устройства для подъема воды и наблюдения за работой колодца.

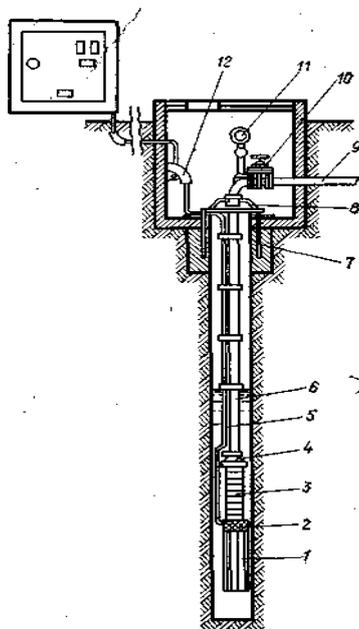


Рис. . Оголовок трубчатого колодца, оборудованного глубоководным насосом:

1 — электродвигатель; 2 — водоприемник; 3 — насос; 4 — обратный клапан; 5 — токоподводящий кабель; 6 — водоподъемная труба; 7 — обсадная колонна труб; 8 — опорная плита; 9 — водоотводная труба; 10 — задвижка; 11 — манометр; 12 — отвод к системе автоматического управления

Шахтные колодцы имеют в плане различную форму (круглую, прямоугольную, квадратную, многоугольную) и значительно большие размеры в диаметре (1000...5000 мм). Стенки шахты крепят различными материалами (деревом, бетоном, камнем и т. д.).

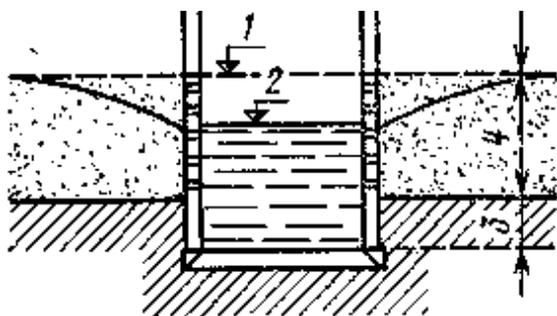
Шахтные колодцы устраивают главным образом для захвата сравнительно малodeбитных, неглубоко залегающих водоносных пластов. Глубина шахтных колодцев редко превышает 40... 50 м, обычно она составляет не более 10...20 м.

Основные элементы шахтного колодца следующие: оголовок, ствол, водоприемная часть, зумпф.

Зумпф устраивают только при необходимости создания некоторого запаса воды, а также для лучшего использования водоносного пласта. Образование запаса воды в колодце может быть также достигнуто уширением водоприемной части, то есть устройством так называемого шатра.

Зумпф нельзя устраивать в следующих случаях: 1) если ниже водоносного слоя с пресной водой идут пласты с недоброкачественной водой; 2) если под водонепроницаемым подстилающим слоем лежат пласты большой водопроницаемости, или сухие, или водоносные, но с напором, меньшим, чем в каптируемом водоносном пласте.

Водоприемная часть служит для приема воды из водоносного пласта. Ее размеры определяются из условий неразмываемости грунта.



Родниками, или *источниками*, называют естественные выходы подземной воды на поверхность земли. При каптировании источника выполняют две основные работы: расчищают место выхода ключа и удаляют помехи, препятствующие вытеканию подземной воды на поверхность земли и загрязняющие воду.

Конструкция каптажного сооружения, как правило, должна сохранять наиболее выгодный режим источника, предохраняя его от преждевременного истощения и подпора так же должно быть по возможности простым, прочным и выполненным из материалов, не ухудшающих качество воды.

Лучевой водозабор представляет собой водосборную шахту, из которой различными способами пробуривают горизонтальные или наклонные буровые скважины, каптирующие водоносные пласты.

Водозаборные скважины лучи можно устраивать в один ярус или в несколько. Возможно бурение наклонных лучей, захватывающих многослойные водоносные пласты

Водоприемные лучи устраивают двумя способами:

а) вдавливанием в грунт фильтровых труб с одновременным отводом грунта водоносного пласта под гидростатическим давлением воды через присоединенную к буровой головке шламовую трубу, размещаемую внутри фильтровых труб (метод Раннея);

б) вдавливанием обсадных труб с последующей установкой в них фильтровых труб. Обсадные трубы после этого удаляют.

Водозаборные сооружения из *поверхностных источников*, должны забирать из реки воду наилучшего качества и подводить ее в необходимом количестве к насосам. Сооружения должны быть просты, удобны в эксплуатации и дешевы.

Исходя из гидрологических условий, водоприемные сооружения располагают в таких местах, где не осаждаются наносы и большая глубина реки, то есть у вогнутых берегов, при этом надо учитывать, что вогнутые берега реки подвержены размыву и разрушению, а прямые участки ненадежны из-за образования на них перекатов. Выбираемый участок русла не должен располагаться на перекате и не должен иметь резких местных сужений, перепадов, быстрин, забор (т.е. выходов скальных порогов в дне русла), островов, кос.

По месту расположения все водоприемники можно разделить на два основных вида: **береговые и русловые.**

Общая схема водозаборных сооружений из поверхностных источников водоснабжения различаются между собой местом забора воды относительно берега. Наиболее распространены две компоновки **совмещенная** и **раздельная**, отличающихся расположением насосной станции относительно берегового колодца.

Береговой водозабор устраивают при наличии больших глубин вблизи берега и при его крутой форме. Забор воды осуществляется непосредственно у берега. *Русловой водозабор* устраивается в том случае, если достаточные для забора воды глубины имеют место на значительном удалении от берега реки, то есть река имеет пологие берега. Предпочтение следует отдавать схемам руслового и берегового с совмещенной компоновкой водозаборов. Они применяются для водозаборов средней и большой производительности.

Водозаборные сооружения третьего типа - **ковшовые**, устраиваются для улучшения условий приема воды и уменьшения количества взвешенных веществ в воде. Такой водозабор представляет собой обычный русловой или береговой, устраиваемый на берегу специального сооружения, называемого “ковшом”. В зависимости от направления попадания воды в ковш различают следующие типы ковшовых водозаборов:

- ковш с верхним питанием;
- ковш с нижним питанием;
- ковш с двухсторонним питанием.

Ковшовые водоприемники применяют только для забора больших количеств воды. Они представляют собой ковшеобразный затон, устраиваемый у берега посредством дамбы или искусственного, вырытого в береге залива (рис. 1.109). Ковшовые водоприемники устраивают главным образом при необходимости предохранения водоприемных отверстий от закупоривания донным льдом и шугой или для уменьшения в воде, поступающей в насосы и далее на очистные сооружения, содержания взвесей. Выполнению этих задач ковшовым водоприемником способствуют прежде всего малые скорости движения воды в нем (0,05...0,10 м/с).

Зоны санитарной охраны источников водоснабжения.

Правовое регулирование в области охраны источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь основывается на Конституции Республики Беларусь и осуществляется в соответствии с:

Водным кодексом Республики Беларусь № 191-З от 15.07.1998 г.;

Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» №2583-ХІІ от 23.11.1993 г.;

Законом Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» №271-З

от 24.06.1999 г.;

Санитарными правилами и нормами «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» №10-113 Республики Беларусь, 1999 г.

В соответствии со статьей 21 Закона Республики Беларусь "О питьевом водоснабжении" зоны санитарной охраны устанавливаются для всех источников централизованных систем питьевого водоснабжения независимо от форм собственности в целях предупреждения их случайного или умышленного загрязнения, засорения и повреждения.

Порядок проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборных скважин, подающих воду хозяйственно-питьевого назначения для населения, персонала промышленных предприятий, а также для предприятий, требующих воду питьевого качества определены постановлением министерства здравоохранения Республики Беларусь № 142 от "30" декабря 2016 Санитарные нормы и правила "Требования к организации зон санитарной охраны источников и централизованных систем питьевого водоснабжения".

В соответствии с действующим законодательством ЗСО источников и систем питьевого водоснабжения должны включать:

1. ЗСО источников питьевого водоснабжения на месте забора воды (включая водозаборные сооружения).
2. ЗСО водопроводных сооружений (насосных станций, станций подготовки воды, емкостей).
3. Санитарно-защитную полосу водопроводов. ЗСО источников питьевого водоснабжения на месте забора воды

На подземном водозаборе ЗСО организуются в составе **трех поясов**:

первый пояс (строгого режима) включает территорию расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала.

Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения.

В каждом из трех поясов, а также в пределах санитарно-защитной полосы, соответственно их назначению, устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения качества воды.

Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора - при использовании защищенных подземных вод и на расстоянии не менее 50 м - при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

Граница первого пояса ЗСО группы подземных водозаборов должна находиться на расстоянии не менее 30 и 50 м от крайних скважин.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими

расчетами, исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигает водозабора.

Основным параметром, определяющим расстояние **третьего пояса** ЗСО до водозабора является дальность распространения химического загрязнения время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору.

Определение границ поясов ЗСО поверхностного источника

Граница первого пояса ЗСО водопровода с поверхностным источником устанавливается, с учетом конкретных условий, в следующих пределах:

а) для водотоков:

вверх по течению - не менее 200 м от водозабора;

вниз по течению - не менее 100 м от водозабора;

по прилегающему к водозабору берегу - не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;

в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100 м - вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100 м - полоса акватории шириной не менее 100 м;

б) для водоемов (водохранилища, озера) граница первого пояса должна устанавливаться в зависимости от местных санитарных и гидрологических условий, но не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Границы второго пояса. определяются в зависимости от природных, климатических и гидрологических условий.

Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса. Боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3 - 5 километров, включая притоки. Границы третьего пояса поверхностного источника на водоеме полностью совпадают с границами второго пояса.

Тема 12 Очистка и обеззараживание воды

[#ТеоретическийРаздел](#)

Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству. Методы очистки воды: коагулирование и отстаивание, фильтрование, обеззараживание, специальная обработка. Технологические схемы осветления воды. Обезжелезивание воды и умягчение.

Основные показатели качества воды используемой для водоснабжения

Природные воды разделены на три основных класса: *атмосферные воды (осадки), поверхностные воды, подземные воды.*

Природная вода не бывает абсолютно чистой, она всегда содержит вещества в виде истинных и коллоидных растворов, механических примесей.

Подземные воды, как правило, характеризуются небольшим количеством органических веществ и существенным содержанием, иногда содержанием растворенных газов. Химический состав межпластовых и пластовых вод, как правило, стабилен и не подвержен сезонным колебаниям.

Качественный химический состав поверхностных вод (моря, реки, озера, водохранилища) определяется многими факторами (осадками, климатом, условиями питания водоема и др.), отмечается изменчивость качества воды от времени года. Поверхностные воды почти никогда не бывают прозрачными из-за наличия в них взвешенных веществ (частиц глины, песка, ила, органических взвесей и т. п.). Наименьшая мутность речной воды наблюдается в зимнее время, обычно она резко возрастает весной в период паводка и в период сильных дождей.

Водородный показатель (рН) характеризует относительное количество свободных ионов водорода в воде (H^+). Поскольку измеряется H^+ , то и пишется рН (если бы мы меряли OH^- , то писали бы рОН). Если рН воды меньше 7, то вода считается кислой. Если рН больше 7, то вода считается щелочной.

Кислотность воды — содержание в воде веществ, способных вступать в реакцию с гидроксид-ионами (OH^- , то есть со щелочами). Обратите внимание, что кислотность воды — это не рН воды. рН показывает, что вода более или менее кислая. А кислотность воды показывает точное количество этой самой кислоты.

Щёлочность воды — естественно, наоборот — это содержание в воде веществ, которые могут взаимодействовать с теми самыми ионами водорода (H^+). Чем выше щёлочность воды, тем больше значение рН. Но щёлочность — это конкретное число в миллиграммах на литр.

Общая минерализация (*Количество сухого остатка*) характеризует степень минерализации природных вод и представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ. Этот параметр также называют содержанием растворимых твердых веществ или общим содержанием, так как растворенные в воде вещества находятся именно в виде солей. За границей этот показатель называют TDS (total dissolved salts).

Жёсткость воды — это показатель, который отражает количество в воде

солей кальция и магния. Жёсткость воды бывает разная, и чаще встречается общая жёсткость воды — то есть, сумма ВСЕХ солей кальция и магния. Чем более жёсткая вода, тем больше у вас накипь на трубах и нагревательных элементах. Норма общей жесткости 7 мг-экв/л, максимальная допустимая величина 10 мг-экв/л.

Перманганатная окисляемость — это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей (в данном случае, перманганатом калия). То есть, по сути, этот показатель отражает количество органических веществ в воде.

Электропроводность — это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от степени минерализации (концентрации растворенных минеральных солей) и температуры.

Температура — важнейший фактор, влияющий на протекающие в воде физические, химические, биохимические и биологические процессы. От температуры воды в значительной степени мере зависят кислородный режим, интенсивность окислительно-восстановительных процессов, активность микрофлоры и т.д. Температура воды также может повлиять и на производительность систем очистки воды.

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) является мерой химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах (то есть, в окислительно-восстановительных реакциях — тех самых, которых вы ненавидели в школе, где нужно писать +2, -1 и т.д.).

Степень насыщения кислородом, это относительное содержание кислорода в воде, выраженное в процентах его нормального содержания. Этот параметр зависит от температуры воды, атмосферного давления и уровня минерализации. Чем больше кислорода у вас в воде, тем хуже для ваших металлических труб.

Общее железо — это железо, растворённое в воде в виде солей. Содержащая железо вода (особенно подземная) сперва прозрачна и чиста на вид. Однако даже при непродолжительном контакте с кислородом воздуха железо окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше 0.3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения.

Органолептические показатели (мутность, прозрачность, цветность, запахи и привкусы) воды, потребляемой для хозяйственных целей, должны соответствовать ГОСТ 2874—82. Эти показатели определяются веществами, встречающимися в природных водах и добавляемыми в процессе обработки воды в виде реагентов или в результате бытового, промышленного загрязнения источников воды. К химическим веществам, влияющим на органолептические показатели воды, относятся встречающиеся в природных водах или добавляемые

к ним при обработке хлориды, сульфаты, железо, марганец, медь, цинк, алюминий, соли кальция и магния.

Бактериологические и биологические показатели.

Коли индекс – количество кишечных палочек в 1 л воды.

Коли титр – объем воды в мл, который приходился на 1 кишечную палочку.

В хозяйственно-питьевой воде по нормам СанПиН 10-124 РБ99 коли-индекс не более 3 кишечных палочек, коли-титр менее 300, водные организмы должны отсутствовать.

Токсические и радиоактивные вещества. Они попадают в воду в результате длительного соприкосновения воды с пластами почвы (растворения), содержащими соответствующие минеральные соли.

Цинк, относящийся к токсическим примесям воды (в питьевых водах его содержание не должно превышать 5 мг/л), является очень важным для человека микроэлементом: его недостаток, может вызвать дефекты в скелетных тканях, печени.

Фтор должен присутствовать в питьевых водах в количестве 0,7 . . . 1,5 мг/л; более высокое его содержание обуславливает почернение и разрушение эмали зубов, недостаток усиливает кариес зубов.)

Иод также необходимый компонент питьевой воды; отсутствие его или недостаточное содержание (менее 10~8мг/л) может вызвать появление у населения эндемического зоба.

Уран, радий, стронций-90, торий, калий-40 (стандартом нормировано содержание трех первых) попадают в воду при выщелачивании горных пород. Их содержание может уменьшаться благодаря способности сорбироваться различными веществами.

Уран, определяющий в основном природную радиоактивность, токсичен. Он поступает в живые организмы главным образом с водой и аккумулируется ими.

Методы очистки воды

Методы водоподготовки, используемые для приготовления питьевой воды, очень разнообразны. В зависимости от источника водоснабжения – поверхностные или подземные, следует подобрать сооружений для водоподготовки.

Если в качестве источника водоснабжения для приготовления питьевой воды используются поверхностные воды, требуется проведение тщательной предварительной очистки.

В общем случае она включает в себя:

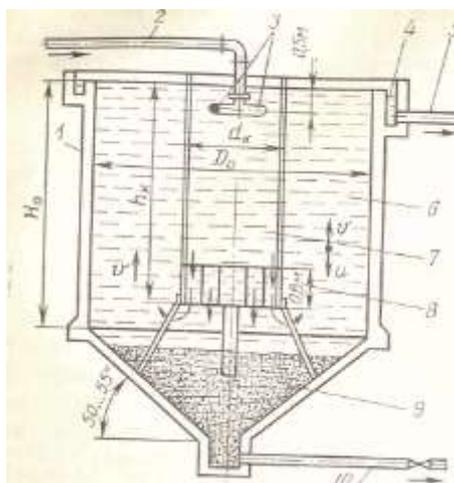
Первичное отстаивание, решетки и сетчатые фильтры с размером ячеек от 0,005 мм до 1 см, коагуляцию, т.е. введение в обрабатываемую воду солей алюминия или железа, и при определенных условиях, добавление флокулянта, чтобы укрупнить взвешенные и коллоидные частицы дисперсной системы и перевести их в фильтруемую форму.

Отстаивание используют для освобождения воды от взвешенных частиц. Отстаивание проводят в резервуарах. Процесс осаждения частиц идет медленно. Способ требует больших отстойных резервуаров и площадей, поэтому применяется редко.

Для выделения взвесей из воды применяют проточные отстойные сооружения — вертикальные, горизонтальные, радиальные (тонкослойные отстойники).

Эффективность работы отстойников зависит от правильно принятых параметров их работы: скорости движения воды, скорости выпадения осадка, времени осаждения взвешенных веществ и равномерности распределения потока воды по сооружению. Применяют их для обработки воды в объеме не более 5000 м³/сут.

Скорость осаждения u частиц взвешенных веществ зависит от скорости выходящего потока воды V , принимают по результатам технологических изысканий или по данным эксплуатации отстойников в аналогичных условиях. При этом исходят из требований, чтобы в воде после отстойников содержание взвешенных частиц было не более 8... 15 мг/л.



Вертикальный отстойник со встроенной водоворотной камерой хлопьеобразования:

1 — корпус отстойника; 2 — подача воды от смесителя; 3 — сопла, 4 — отводящий периферийный желоб; 5 — отвод осветленной воды на фильтры; 6 — зона осаждения; 7 — камера хлопьеобразования; 8 — гаситель; 9 — осадочная часть; 10 — выпуск осадка

Тонкослойные отстойники (полочные, трубчатые). Малая глубина тонкослойных отстойников обеспечивает осветление воды в течение 4 ... 10 мин. Переоборудование обычных отстойников в тонкослойные позволяет повысить их пропускную способность более чем в два раза.

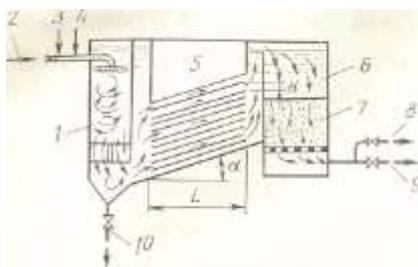


Схема блока очистной станции с тонкослойным отстойником:

1 — камера хлопьеобразования; 2 — исходная вода; 3 — коагулянт; 4 — флокулянт; 5 — отстойник; 6 — фильтр; 7 — фильтрующая загрузка; 8 — промывная вода; 9 — фильтрат; 10 — удаление осадка; L — длина отстойника; α — угол наклона полок отстойника

Фильтрация Более распространена фильтрация через песочные и угольно-песочные фильтры.

Важнейшая характеристика работы фильтров — скорость фильтрования, в зависимости от которой фильтры подразделяют на медленные (0,1...0,2 м/ч), скорые (5,5...12 м/ч), сверхскоростные (25... 100 м/ч.)

Медленные фильтры применяют при осветлении воды без предварительного коагулирования; сверхскоростные — при подготовке воды для

промышленных целей, для частичного осветления воды.

Наибольшее распространение получили скорые фильтры, на которых осветляется предварительно коагулированная вода. Скорый безнапорный фильтр — это прямоугольный железобетонный резервуар, который загружен кварцевым песком, уложенным на гравийный поддерживающий слой. Осветляемая вода по трубопроводу подается на фильтр, проходит через фильтрующую загрузку, в которой задерживаются взвешенные частицы, и собирается дренажной системой. Дренаж выполняют из перфорированных труб. Из дренажа по трубопроводу осветленная вода отводится в резервуар чистой воды.

В зависимости от количества воды, поступающей на фильтр, и содержания в ней взвешенных веществ его периодически промывают (через 12... 72 ч) обратным током воды. Промывная вода по трубе подается в дренаж, который равномерно распределяет воду по площади фильтра. При движении воды снизу вверх через загрузку фильтрующий слой расширяется, увеличиваясь в объеме, и перемешивается, в результате чего происходит отмывка зерен загрузки от загрязнений. Промывная вода собирается желобами и отводится в карман или канал. В период промывки задвижки на трубах, предназначенных для отвода фильтрата, закрыты. Расход воды, подаваемой на промывку 1 м^2 фильтрующей поверхности загрузки, называют интенсивностью промывки (л/с-м²). Продолжительность подачи промывной воды на скорый фильтр составляет 3 ... 8 мин. После промывки фильтр снова включают в работу.

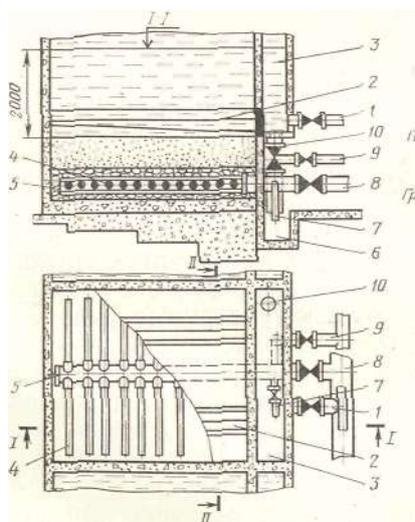


Рис. 2.15. Скорый фильтр:
1 — подводящая воду труба; 2 — желоб для отвода промывной воды; 3 — карман; 4 — дырчатая труба; 5 — коллектор; 6 — сточный канал; 7 — труба сброса первого фильтрата; 8 — подача промывной воды; 9 — фильтрат; 10 — отвод промывной воды; 11 — уровень воды при промывке фильтра

Осветление и частичное обесцвечивание воды без применения коагулянтов, флокулянтов, извести и других реагентов осуществляют на медленных фильтрах за счет пленочного фильтрования.

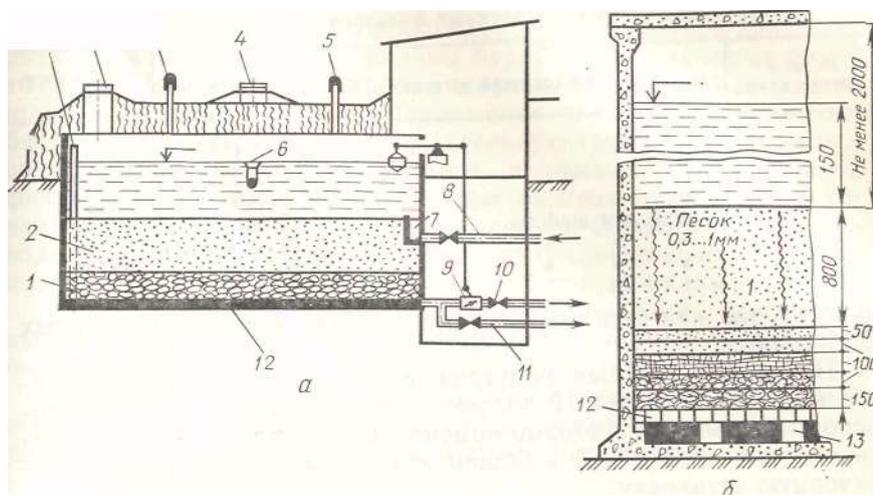
Медленный фильтр — открытый или закрытый резервуар, содержащий слой песка высотой 0,6 м, который лежит на слое гравия толщиной 0,15 м. Ниже слоя гравия располагается система дренажных перфорированных труб. Число фильтров должно быть не менее 3. В фильтрах с площадью до 10... 15 м² дренаж не устраивают, фильтрующую загрузку укладывают непосредственно на бетонное дно с лотком для отвода фильтрата. Уклон дна в направлении лотка принимают не менее 0,1.

Обрабатываемая вода, проходя через мелкозернистую фильтрующую загрузку (песок), оставляет содержащуюся в ней взвесь на поверхности и в первых слоях песка (примерно 10 мм), образуя так называемую фильтрующую

пленку с очень тонкими порами. Пленка представляет собой слой осадка, состоящего из минеральных и органических веществ, бактерий. В результате в ней возникают биологические процессы, благодаря которым медленные фильтры снижают количество содержащихся в воде бактерий, в том числе патогенных, до 99% (бактерии задерживаются и погибают в пленке).

Рабочий цикл фильтрования медленного фильтра обычно составляет около 30...50 сут. Регенерация (очистка) фильтрующей загрузки требует 1...2 сут. Созревание пленки (осветлительное и бактерицидное), продолжается 12 сут, при этом первый фильтрат обычно сбрасывают.

Помимо медленных фильтров, в состав станций входят также насосная станция II подъема, диспетчерская, лабораторно-вспомогательные и бытовые помещения; для станции производительностью 1600 м³/сут в общем, здании размещают также хлораторную установку.

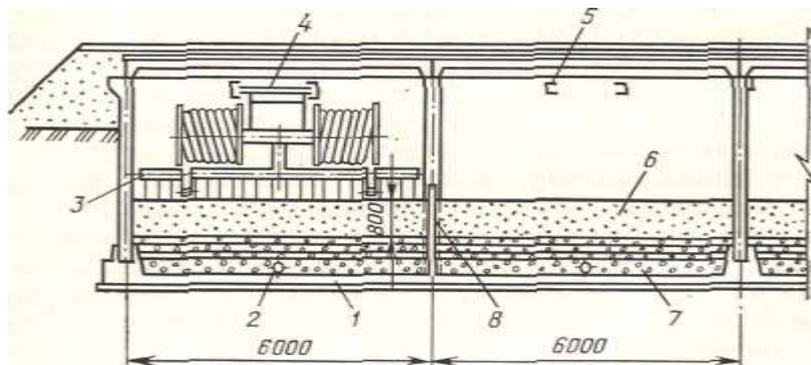


Устройство медленного фильтра:

- а — разрез; б — деталь загрузки; 1 — поддерживающий слой гравия; 2 — фильтрующий слой 3 — вентиляционная труба; 4 — лазы; 5 — вентиляционные трубы; 6 — переливная труба- 7 — распределительный (впускной) желоб; 8 — подводящий трубопровод исходной воды; 9 — регулятор скорости фильтрации; 10 — фильтрат; 11 — сброс первого фильтрата; 12 — бетонная дырчатая плита; 13 — бетонный столбик

Для станций производительностью 3200 м³/сут и более хлораторную установку со складом хлора для обеззараживания воды, резервуары чистой воды и другие сопутствующие сооружения размещают на строительной площадке.

Медленные фильтры, предусмотренные типовыми проектами, снабжены специальной системой гидромеханической регенерации загрузки и оборудованы рыхлительным устройством, которое при регенерации загрузки челночно перемещается с помощью тележки по направляющим балкам.



Деталь секции медленного фильтра ($Q= 5000 \text{ м}^3/\text{сут}$)

1 — сборный железобетон; 2 — дренажная труба; 3 — распределительная труба и вращающиеся барабаны; 4 — тележка рыхлителя; 5 — швеллерная балка; 6 — песок; 7 — гравий; 8 — струна направляющая перегородка

При движении тележки происходит одновременное вращение двух симметрично расположенных барабанов, на которые наматываются (смаываются) гибкие шланги, служащие для подачи промывной воды от насоса. Промывная вода через полые оси: барабанов поступает в распределительную трубу и к промывным соплам — насадкам для взрыхления и отмытки верхнего слоя фильтрующей загрузки. Положение насадок относительно поверхности загрузки может регулироваться. Одновременно часть воды подается через боковой канал для создания поверхностного потока воды, омывающего загрязнение в сточный канал.

Обычной фильтрацией нельзя освободиться от коллоидов. В этом случае проводят **коагуляцию**. Воду обрабатывают веществами (*коагулянтами*), которые вызывают укрупнение коллоидных частиц и выпадение их в осадок. В качестве коагулянтов применяют сульфат алюминия и сульфат железа. В водном растворе сульфат алюминия подвергается гидролизу с образованием малорастворимой гидроокиси алюминия.

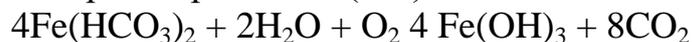


Хлопья гидроокиси алюминия имеют сильно развитую поверхность, которая способна адсорбировать растворимые органические вещества большой молекулярной массы (гуминовые вещества, кремневую кислоту и ее соли и т.д.). В результате этого вода осветляется и освобождается от неприятных привкусов. Для ускорения процесса коагуляции и снижения расхода коагулянтов в воду добавляют флокулянты (например, полиакриламид), способствующие хлопьеобразованию.

Деодорация — обработка воды, устраняющая неприятные запахи, привкусы, которые обусловлены наличием примесей в незначительных количествах. Применяют озонирование (дорогой способ) или обработку активным углем. При фильтровании воды через слой активного угля органические соединения адсорбируются на его поверхности. После такой обработки удаляются из воды не только запахи и привкусы, но снижается ее цветность и окисляемость.

Обезжелезивание. Вода с высоким содержанием железа имеет неприятный вкус и запах и ее использование отрицательно сказывается на процессах брожения, качестве готовой продукции. Поэтому соединения железа следует удалять. Чаще всего воду подвергают аэрированию. При этом Fe^{2+}

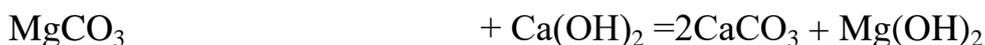
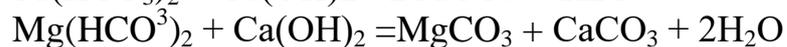
окисляется в Fe^{3+} , образуется нерастворимый $\text{Fe}(\text{OH})_3$.



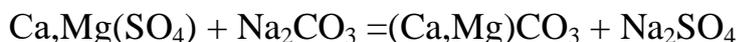
После такой обработки воду обязательно фильтруют.

Умягчение состоит в удалении из воды солей кальция и магния. Осуществляется несколькими способами: реагентным, ионообменным, обратнoосмотическим, электродиализным.

Реагентный способ – основан на связывании ионов кальция и магния и переводе их в нерастворимые соединения. Разновидности реагентного способа – известковый и содово-известковый. Известковый способ заключается в обработке воды раствором извести:



Содовоизвестковый способ заключается в последовательной обработке воды растворами извести и соды:



После реакции осадок удаляют. Этот способ прост в исполнении, относительно дешев, можно умягчать воду при любой исходной жесткости, однако требует больших производственных площадей и значительного расхода реагентов. В настоящее время практически вытеснен способами ионообмена.

Ионообменный способ умягчения состоит в удалении из воды ионов кальция и магния при помощи ионитов.

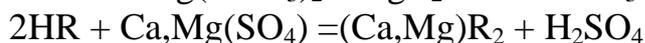
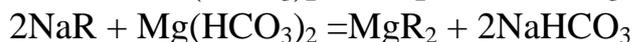
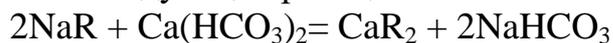
Иониты – твердые, практически не растворимые в воде и органических растворителях материалы, способные обменивать свои ионы на ионы, находящиеся в воде. По характеру активных групп иониты делят на катиониты (замещают в растворе катионы на ионы H^+ , Na^+ или другие катионы) и аниониты (замещают анионы в растворе на ионы OH^- или другие анионы).

В качестве ионитов применяют синтетические смолы, природные алюмосиликаты (цеолиты, глаукониты), сульфогли.

Для умягчения воды чаще всего используют сульфоголь в Na^+ -форме, реже в H^+ -форме.

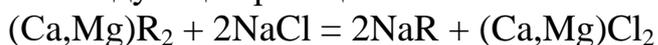
Умягчение воды путем ионообмена проводят в вертикальных колонках. Вода проходит через слой угля и происходит замещение ионов Na^+ или H^+ катионита ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , содержащихся в воде.

При этом протекают следующие реакции:



R – комплекс катионита.

Постепенно объемная емкость катионита уменьшается. Для ее восстановления Na^+ -катионит регенерируют путем пропускания раствора поваренной соли, H^+ -катионит – растворами серной или соляной кислоты. При регенерации протекают следующие реакции:



Недостатком Na-катионирования является подщелачивание воды, увеличение сухого остатка. При H-катионировании данный недостаток отсутствует, т.к. образуются кислоты, снижающие щелочность воды.

Если временная жесткость более 5 ммоль/дм³, то лучше использовать комбинированный способ, например, Na-H-катионирование (последовательное или параллельное).

В частных случаях можно обессолить воду путем последовательного H-катионирования и OH-анионирования. Такая вода по составу близка к дистиллированной, т.к. освобождена от катионов и анионов.

Ионообменный способ рекомендуется использовать при содержании солей до 1,5 г/дм³, от 1,5 до 10 г/дм³ экономически оправдана деминерализация воды электродиализом, методом обратного осмоса.

Электродиализ служит для обессоливания воды. Заключается в переносе растворенных веществ через ионитовые мембраны под действием электрического поля. При этом катиониты движутся к катоду, проходят через катионитовые мембраны и задерживаются анионитовыми. Аниониты движутся в обратном направлении – к аноду, проходят через анионитовые мембраны и задерживаются катионитовыми.

Недостатками метода являются закупорка мембран вследствие осаждения слаборастворимых солей (поэтому воду предварительно надо очищать), большие затраты электроэнергии.

Обратный осмос наиболее перспективный. Он заключается в фильтровании воды под давлением, превышающим осмотическое, через полупроницаемые мембраны. При этом мембраны пропускают растворитель (воду), но задерживают растворенные вещества (ионы солей, молекулы органических соединений). Мембраны при этом меньше загрязняются, так как вещества на них не сорбируются

Методы обеззараживания воды

Под обеззараживанием воды понимают процесс полного удаления патогенных (болезнетворных) и снижения общего числа микроорганизмов. Обеззараживают обычно воду, прошедшую очистку (коагулирование, отстаивание, фильтрование и т. п.).

Перечисленные методы можно разделить на

- химические (обработка воды окислителями — хлор, гипохлоритный ион, озон)
- физические (бактерицидное облучение).

Обеззараживанию подвергается вода, которая имеет отклонения по бактериологическим показателям. Существуют следующие способы обеззараживания: хлорирование, обработка ультрафиолетовыми лучами, озонирование, обработка ионами серебра и ультразвуком.

Хлорирование – применяется газообразный хлор, хлорная известь (CaCl₂), гипохлорид кальция Ca(OCl)₂. При обычных условиях хлорирования действие хлора распространяется лишь на вегетативные формы микроорганизмов. Для спорообразующих микроорганизмов требуются большие дозы хлора и длительный контакт с водой. Кроме того, хлор, соединяется с органическими соединениями, например с фенолами, и вода приобретает «аптечный» привкус.

Вода с высоким содержанием хлора не пригодна для обработки дрожжей.

Озонирование. Сущность способа заключается в том, что до соприкосновения с водой воздух подвергается воздействию электрического разряда. При этом часть кислорода превращается в озон. Молекула озона очень нестойкая и распадается на молекулярный и атомарный кислород (O_2 и O^+). Атомарный кислород, действуя как окислитель, приводит к гибели бактерий. Одновременно снижается цветность воды, она приобретает приятный вкус и запах. Метод дорогой, применяется ограниченно. По бактерицидному действию не отличается от хлорирования.

УФ-облучение – прогрессивный способ. Обеззараживающее действие является мгновенным и распространяется на вегетативные и споровые формы микроорганизмов. Эффективность бактерицидного воздействия ультрафиолетовых лучей зависит от продолжительности и интенсивности облучения, а также от наличия взвесей и коллоидов в воде, рассеивающих свет и препятствующих проникновению лучей в толщу воды. В качестве источника ультрафиолетового излучения используют ртутно-кварцевые и аргонно-ртутные лампы, которые устанавливают в аппаратах на пути движения воды. Установки бывают с погружными и непогружными источниками излучения.

Обработка ионами серебра. Ионы серебра даже в малых дозах обладают бактерицидным действием, но распространяется оно только на вегетативные формы микроорганизмов и очень незначительно - на споровые формы. Эффект бактерицидного действия достигается при продолжительном (двухчасовом) контакте ионов серебра с водой. Обогащают воду ионами серебра методом контактирования с посеребренным песком; непосредственным растворением в воде солей серебра; электролитическим способом с помощью ионизаторов.

Применение ультразвука. При большой мощности ультразвуковых волн вблизи поверхности вибратора происходит как бы взрыв жидкости и образование пустот. Этот процесс называется «кавитация». Под действием кавитации клетки микроорганизмов разрываются на части. При обработке ультразвуком в течение 5 мин достигается полная стерилизация воды. Метод дорогой и еще не нашел широкого применения в промышленности.

Виды, состав и характеристика сточных вод. Условия спуска сточных вод в водоем. Методы очистки сточных вод.

Понятие сточных вод заключается в загрязнении потока жидкости различными отходами производства или атмосферными осадками.

Сточные воды бывают следующие:

Бытового и хозяйственно-фекального назначения.

Это такие виды, которые отводятся из жилых помещений. Основными их загрязнителями являются отходы физиологического и бытового использования.

Промышленные сточные воды.

Их образование происходит во время технологических процессов по созданию продукта, например при промывке сырья. Данный вид считается самым опасным для окружающей среды, так как может иметь различные химические и токсичные примеси.

Атмосферные сточные воды.

Это талые и дождевые стоки. В большинстве случаев их загрязнителями есть минеральные примеси, поэтому уровень опасности ниже, чем у других видов. Данные категории очищать можно по резкой необходимости.

По химическому составу загрязнения сточных вод подразделяются на:

Органические (способны быстро гнить и служить питательной средой для массового развития различных микроорганизмов, в том числе болезнетворных бактерий).

Минеральные (менее опасны в санитарном отношении, чем органические загрязнения).

По физическому состоянию загрязнения делятся в зависимости от степени их дисперсности на:

- *растворенные* (представляют собой растворившиеся в сточных водах минеральные и органические загрязнения, а также газы (сероводород, углекислота и др.), находящиеся в воде в виде молекулярно – дисперсных частиц с размерами менее 10 мкм, которые уже не образуют отдельные фазы, и система становится однофазной- истинным раствором)

- *коллоидные* (состоят из минеральных и органических частиц размером от 10 до 100 нм).

- *нерастворенные* (находятся в воде в виде крупной взвеси, т. е. частиц с размерами больше десятых долей миллиметра, и в виде суспензий, эмульсии и пены с размерами частиц от десятых долей миллиметра до одной десятой микрона. Такими примесями могут быть частицы песка, грунта, овощей и другие частицы минерального и органического происхождения).

Загрязнения сточных вод могут быть

минеральными и органическими.

К минеральным загрязнениям относятся песок, глина, шлак, растворы минеральных солей, кислот и щелочей.

Органические загрязнения бывают растительного происхождения (остатки

плодов, овощей, растений, бумага и пр.) и животного происхождения (физиологические выделения людей и животных, органические кислоты, остатки тканей живых организмов, различные бактерии, в том числе и болезнетворные, дрожжевые и плесневые грибки — так называемые бактериальные и биологические загрязнения). В бытовых сточных водах содержится около 60% органических и 40% минеральных загрязнений.

Условия выпуска сточных вод в водоем.

На основании статьи 14–1 Водного кодекса Республики Беларусь Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 апреля 2008 года № 43 от 24 июля 2008 года с дополнениями, утвержденными постановлением МПР и ООС № 71 от 29.12.2009 г., введена в действие Инструкция о порядке установления допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. Данная Инструкция определяет порядок нормирования допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты в составе сточных, дренажных, карьерных (шахтных, рудничных) вод и поверхностного стока.

Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами предъявляются нормативные требования к качеству воды водоёмов в зависимости от вида водопользования.

По этому показателю водные объекты подразделяются на две основные группы:

1. Водоёмы культурно-бытового назначения (используются для отдыха людей, занятий спортом и т.д.);
2. Водоёмы хозяйственно-питьевого назначения (используются в качестве источников водоснабжения).

Органами рыбоохраны выделяется третья дополнительная группа водных объектов – водоёмы рыбохозяйственного назначения (используются для промышленного разведения и лова рыбы). Эти водоёмы, в свою очередь, подразделяют на две категории:

I. Водоёмы, в которых постоянно обитают или в которые заходят ценные, высокочувствительные к кислороду породы рыб (лососёвые, сиговые, осетровые);

II. Все остальные водоемы рыбохозяйственного назначения.

Методы очистки сточных вод

Методы очистки сточных вод, применяемые в настоящее время, могут быть разделены на три основные группы:

- механическая,
- биохимическая (или биологическая) очистка.
- физико-химическая

Плавающие и оседающие взвешенные вещества, содержащиеся в сточных водах, задерживаются на сооружениях **механической очистки**. Этот метод очистки основан на механическом принципе отделения примесей (твёрдой фазы) от воды (жидкой фазы).

К сооружениям механической очистки относятся: решетки, песколовки, отстойники и бензомаслоуловители.

Биохимические методы очистки основаны на жизнедеятельности

микроорганизмов, способствующих окислению и минерализации органических веществ, находящихся в сточных водах, и позволяют выделить из сточных вод остатки мельчайших взвешенных, а также коллоидных и растворенных примесей. Эти методы обеспечивают наиболее высокую степень очистки.

В зависимости от условий, в которых протекают аэробные биохимические процессы, сооружения для биохимической очистки сточных вод могут быть разделены на два основных типа:

1) сооружения, в которых процесс биохимической очистки происходит в условиях, близких к естественным, как это имеет место в верхних слоях почвы и в водоемах;

2) сооружения, в которых процесс биохимической очистки происходит в искусственно созданных условиях.

К сооружениям первого типа относятся: поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды; к сооружениям второго типа – биологические фильтры и аэротенки.

Физико-химические методы очистки заключаются в том, что к сточным водам добавляются химические реагенты. Вступая в реакцию с находящимися в воде примесями, реагенты способствуют более полному выделению нерастворенных, коллоидных и растворенных веществ; переводят некоторые растворимые вещества в безвредные соединения; изменяют реакцию сточных вод; обесцвечивают окрашенную воду и пр.

К сооружениям физико – химических методов очистки сточных вод относятся: реагентное хозяйство, смесители, камеры реакции, отстойники и пр.

Канализование твердых отходов (мусороудаление). Сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые мусоропроводы

Канализование твердых отходов (мусороудаление).

В процессе жизнедеятельности людей (бытовой, производственной и общественной) образуются различные отбросы и отходы, представляющие собой бытовой мусор и вторичное сырье – утиль.

Твердые бытовые отбросы зданий – бытовой мусор, включающий: отбросы органического характера, способные гнить, – 65-70%;

вторичное сырье (утильсырье): бумага, текстиль, металлы и др. – 20-25%;

балласт (камни, стекло и др.) – 6-8%;

горючие не утилизируемые материалы (дерево; уголь, не утилизируемая бумага, резина и др.) – 8-10%.

Нормативы образования коммунальных отходов регламентируются Постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.06.2003 N 18/27 «Об утверждении Правил определения нормативов образования коммунальных отходов».

Системы мусороудаления служат для организованного сбора, правильного хранения и своевременного удаления твердых отходов на обезвреживание и переработку.

В современных населенных пунктах применяют две **системы сбора и удаления отходов и отбросов** за пределы зданий: *вывозную и сплавную*.

При использовании сплавной системы мусороудаление основано на использовании сети внутренней канализации.

Система предусматривает установку непосредственно под мойками или раковинами мусородробилок, в которых пищевые отходы измельчаются, разбавляются водой из расчета 8-10 л на 1-1,5 кг пищевых отходов и сбрасывается в канализационную сеть здания.

Недостатки:

1) отбросы, не поддающиеся дроблению, собираются в отдельные сборники;

2) удорожание системы канализации;

3) создание шума, превышающего санитарные нормы.

Сплавная система не нашла широкого распространения.

Вывозная система предусматривает сбор и транспортировку мусора на сортировочные мусороперерабатывающие предприятия или организованные свалки, расположенные за пределами города. При удалении отходов с помощью мусоропроводов, отбросы собирают в бункеры мусоропроводов, а затем в специальных контейнерах или мусоровозах вывозят за пределы домовладения. Такие системы применяются в многоэтажных зданиях, гостиницах, общежитиях.

Централизованные системы сбора и удаления мусора применяются в зданиях различного назначения: жилых, общественных и специальных.

Сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые мусоропроводы.

В настоящее время известны следующие три типа мусоропроводов:

1. сухие (холодные),
2. огневые (горячие)
3. мокрые.

Наибольшее распространение получили сухие мусоропроводы.

Основными элементами сухих мусоропроводов являются: вертикальный канал (ствол) диаметром 400-500 мм из гладких труб (асбестоцементных, стальных или бетонных), проходящий через все этажи здания; приемные (загруженные) клапаны, установленные на каждом этаже; нижняя мусоросборная камера, в которой собирается сбрасываемый мусор, верхняя камера или оголовок, оборудованные устройствами для вентиляции и чистки мусоропровода.

Ствол мусоропровода не должен примыкать или располагаться в стенах, ограждающих жилые или служебные помещения, уровень шума в которых нормируется. Для снижения уровня шума рекомендуется также предусматривать звуковую изоляцию ствола. Ствол мусоропровода должен быть отделен от строительных конструкций звукоизолирующими прокладками.

Мусоросборная камера оборудуется:

- подводкой горячей и холодной воды от систем водоснабжения здания и оснащена водоразборным смесителем, соединительным штуцером с вентилями, ниппелем и шлангом длиной 2-3 м для санитарной обработки камеры и оборудования;
- трапом в полу, присоединенным к бытовой канализации здания для стока моюще-дезинфицирующих водных растворов;
- отоплением с подачей теплоты от системы отопления здания;
- электрическим освещением с выключателем и светильником в пыле- и влагозащищенном исполнении.

По правилам эксплуатации мусоропроводов не реже двух раз в месяц подвергают профилактическому осмотру все элементы, устройства; проверяют плотность закрытия приемных клапанов, состояние резиновых уплотнительных прокладок, функционирование вытяжной вентиляции, наличие насекомых, работу подъемных механизмов, насосов (если ими оборудованы нижние камеры).

Огневые мусоропроводы устраивают главным образом в лечебных учреждениях, предусматривая уничтожение инфекционных сбросов непосредственно на месте их сбора.

Накопленный мусор периодически, не реже одного раза в сутки, в ночное время сжигают с удалением продуктов сгорания через ствол в дымовую трубу. Нижнюю камеру мусоропровода оборудуют специальным устройством для подачи газа и сжигания отбросов.

Ввиду сложности устройства, скопления образующейся золы и шлака, большого задымления воздушного бассейна города применение огневых мусоропроводов ограничено.

Мокрые мусоропроводы состоят из шахты (ствола) с приемными

клапанами, в верхней части которой имеется специальное распределительное устройство для подачи воды для орошения и обмыва внутренней поверхности ствола. Внизу под стволом размещают приемный резервуар, оборудованный устройством для дробления мусора и сборником, соединенным с системой внутренней канализации. Дробильное устройство автоматически производит сортировку мусора с отделением неорганических веществ и металла.

Мокрые мусоропроводы предусматривают возможность сбора не только сухих, но и мокрых отбросов.

Мокрые мусоропроводы недостаточно гигиеничны, требуют большого расхода электроэнергии и воды, специального дорогого оборудования, поэтому в настоящее время не применяются.

2 Практический раздел

[#Структура](#)

Методические рекомендации к практическим занятиям и выполнению курсовой работы по дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

Введение

Настоящее методическое руководство представляет систематизированный материал, необходимый при проектировании систем водоснабжения и водоотведения зданий и сооружений. Руководство не заменяет, а предполагает широкое использование учебно-справочно-нормативной литературы и является руководящей канвой для правильного составления проекта инженерных сетей и оборудования жилого здания, что на первой стадии проектирования для студентов является затруднительным.

1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения	102
1.1 Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка	102
1.2 Составление аксонометрической схемы.....	103
1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода	103
1.3.1 Определение расчетных расходов воды	103
1.3.2 Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках	104
1.3.3 Подбор водомера.....	104
1.3.4 Определение требуемого напора	106
2 Внутренний водопровод горячего водоснабжения	107
3 Внутренняя канализация	110
3.1 Устройство и трассирование внутренней канализации	110
3.2 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках	111
3.3 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках	113
4 Внутренние водостоки	114
5 Внутриквартальная канализационная сеть	117
5.1 Устройство внутриквартальной канализационной сети	117
5.2 Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети	117
6 Устройство и расчет внутрисемейного газопровода	118

1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения

1.1 Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка

Система инженерных устройств из труб, приборов, установок и арматуры, предназначенная для подачи воды от внешней сети или источника потребителю внутри здания, называется внутренним водопроводом. Сети внутреннего водопровода бывают: 1) тупиковыми, которые применяют в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве одного ввода; 2) кольцевыми, которые применяют в системах внутренних водопроводов, требующих непрерывной подачи воды; 3) комбинированными, которые применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств; 4) зонными, при которых подача воды в здание производится не менее, чем по двум вводам, а в каждую зоны – не менее, чем под двум стоякам из кольцевой магистральной сети.

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здание, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды. Для трубопроводов, подающих воду питьевого качества применяют, стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75 (легкие оцинкованные, обыкновенные оцинкованные), электросварные по ГОСТ 10704-76, напорные из полиэтилена по ГОСТ 18599-73. Для устройства вводов водопровода рекомендуется применять чугунные напорные трубы класса А и Б по ГОСТ 9583-75.

Трассировкой сети называется размещение на водопроводной сети арматуры, фасонных частей, водопроводных колодцев и других деталей, которые показаны условными обозначениями. Трубы прокладывают по кратчайшим расстояниям, учитывая удобство монтажа труб, простоту и надежность крепления их к стенам, возможность свободного доступа к трубам и арматуре.

Вводом называется участок напорного трубопровода, проложенный в грунте ниже глубины промерзания и соединяющий внутренний водопровод с сетью наружного городского или производственного водопровода. Длина ввода определяется расстоянием между колодцем, в котором ввод присоединяется к наружной сети, и водомерным узлом, устанавливаемом внутри здания или в наружном водопроводном колодце. Ввод водопровода в здание состоит из узла присоединения к наружной сети водопровода, подземного участка трубопровода, проложенного от наружной сети до здания с уклоном 0,003 в сторону наружной сети для возможности его опорожнения. В местах присоединения вводов к наружным сетям городских и производственных водопроводов устраиваются колодцы с установленными в них задвижками, при диаметре вводов 40 мм и менее – вентилями. Ввод прокладывают из чугунных труб диаметром 50 мм и более, из стальных труб диаметром менее 50 мм. Количество вводов принимается на основании.

Для учета расхода воды применяют различного типа счетчики, которые устанавливаются на вводе в жилое здание. При диаметре ввода до 50 мм устанавливаются крыльчатые водомеры, при диаметре свыше 50 мм – турбинные водомеры.

Водомерный узел состоит из водомера, запорной арматуры и контрольно-впускного крана. Кроме того, водомерный узел включает обводную линию с установкой вентиля, который в обычное время запломбирован и находится в закрытом положении.

В зданиях водомеры размещают, открыто вблизи наружной стены в подвалах в приемках под лестничными клетками или под коридорами.

Магистральные трубопроводы служат для подачи воды к распределительным трубопроводам (стоякам). Магистрали могут прокладываться в подвале или под полом

первого этажа (нижняя разводка), под потолком верхнего этажа или на чердаке (верхняя разводка). Магистральная сеть устраивается обычно открыто под потолком подвала с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода.

Распределительные трубопроводы (стояки) служат для подачи воды к группам водоразборных приборов, установленных на разных этажах, а подводки – для подачи воды от стояка к отдельным водоразборным приборам. Стояки и подводки прокладываются двумя способами: открытой прокладкой (по колоннам, стенам) или скрытой прокладкой (в бороздах и каналах).

Подводки прокладывают на высоте 0,3 м от пола с уклоном 0,002-0,005 в сторону стояков для возможности выпуска воздуха из сети и спуска воды. На подводках в местах их ответвления от стояков устанавливают вентили.

1.2 Составление аксонометрической схемы

На аксонометрической схеме показывается ввод, водомерный узел, насосные установки, все трубопроводы, арматура. На расчетном направлении указывают длины, диаметры и уклоны расчетных участков, определенные в результате гидравлического расчета. На схеме должны быть отметки пола, ввода, осей насосов, магистралей, подводок к приборам. Необходимо предусматривать установку запорной арматуры (вентилей и задвижек) в следующих местах:

- на каждом вводе;
- у основания стояков в зданиях высотой в три этажа и более;
- на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных приборов;
- на ответвлениях в каждую квартиру;
- на подводках к смывным бачкам, к смывным кранам.

1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Гидравлический расчет внутреннего водопровода заключается в определении необходимых диаметров труб для пропуска расчетных расходов воды, потерь напора, требуемого напора, в случае необходимости в подборе насосной установки.

Внутренний водопровод должен обеспечить подачу необходимого количества воды с заданным напором к любому водоразборному устройству внутри здания, поэтому расчет ведется для наиболее удаленного от ввода и высоко расположенного водоразборного устройства (диктующей точки). Направление (путь), по которому движется вода к диктующей точке, является расчетным. В него входят: подводка к диктующему прибору, стояк, часть магистрали и ввод.

Расчетное направление разбивается на расчетные участки, за которые принимают участок сети с постоянным расходом

Расчет выполняют в следующей последовательности:

- выбирают расчетное направление, которое разбивают на расчетные участки;
- по расчетным расходам и рекомендуемой скорости воды подбирают диаметр труб расчетных участков;
- вычисляют потери напора на расчетных участках;
- подбирают водомер и определяют потери напора в нем;
- определяют требуемый напор для внутреннего водопровода и сравнивают его с величиной гарантийного напора;
- в случае необходимости производят подбор насосной установки.

1.3.1 Определение расчетных расходов воды

Определение расчетных расходов воды осуществляется после построения аксонометрической схемы. Гидравлический расчет внутреннего водопровода производят по максимальному секундному расходу воды, который определяется по формуле:

$$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

где q_0^c – секундный расход холодной воды прибором, величину которого следует определять согласно СН 4.01.03-2019; $q_0^c = 0,2$ л/с;

α – коэффициент, определяемый в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления, $q_{hr,u}^c = 5,6$ л/с

N – общее число санитарно-технических приборов в здании;

U – общее число водопотребителей в здании, чел.

1.3.2 Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках

Диаметры труб на расчетных участках назначают, исходя из расчетного расхода и рекомендуемой скорости движения воды, которая не должна превышать 1,5-2 м/с в магистралях и стояках, в подводках – не более 2,5 м/с. Рекомендуется наиболее экономичная скорость 0,7-1,2 м/с.

После определения диаметров труб на расчетных участках определяют потери напора, удельные потери напора $1000i$ определяют по таблицам СН 4.01.03-2019. Определив из таблиц потери напора на 1 м трубы, вычисляют потери напора по длине на участке

$$h_l = i \cdot l, \text{ м}$$

где l – длина расчетного участка, м;

i – уклон трубопровода.

Суммарные потери напора на расчетных участках не должны превышать 7 метров.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Гидравлический расчет внутреннего водопровода

№.№ участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	$N \cdot P$	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d , мм	Скорость воды v , м/с	Удельные потери напора $1000i$, мм/м	Длина расчетного участка l , м	Потери напора на участке $H = i \cdot l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1.3.3 Подбор водомера

Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные. Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при расчетном максимальном

расходе воды до 15 м³/час, турбинные – при большем расходе воды. Счетчики расхода воды предназначены для установки на вводах внутренних водопроводных сетей (см. рис. 1.)

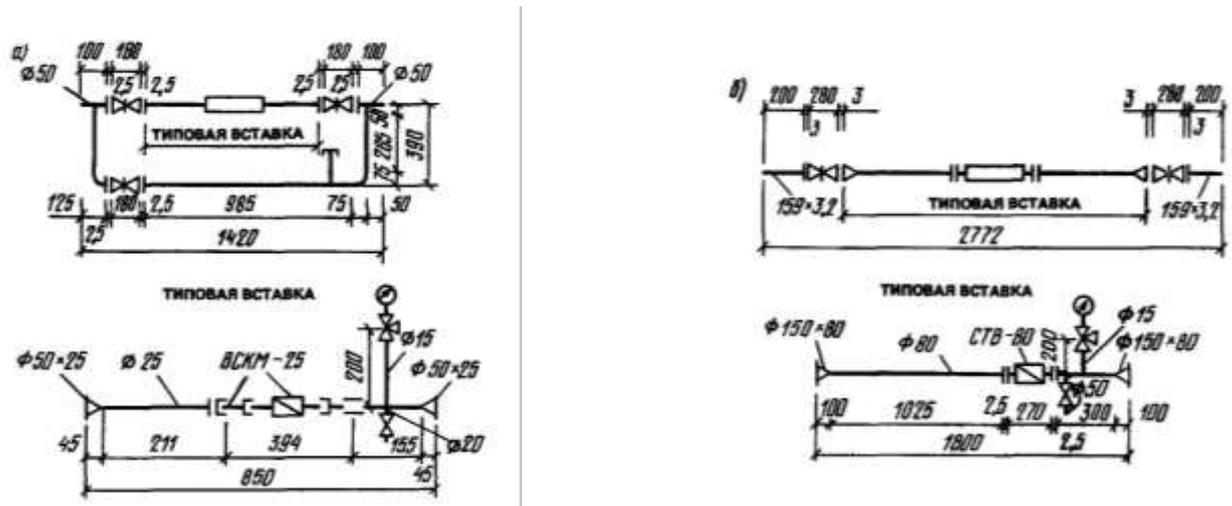


Рис. 1. Водомерный узел: а) с крыльчатым счетчиком; б) с турбинным счетчиком.

При подборе счетчика воды учитывают его гидрометрические характеристики (предел чувствительности, область учета, характерный предельно максимальный расход), а также допустимые потери напора и условия установки.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать, исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{ч.ср} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

Q₀ – норма водопотребления, л/сут на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по таблице 1.2. по величине Q_{час.ср.} (эксплуатационного расхода).

Таблица 1.2. Подбор счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	расход воды, куб.м/ч			порог чувствительности, куб.м/ч, не более	максимальный объем воды за сутки, куб.м	гидравлическое сопротивление счетчика S, $\frac{м \cdot с^2}{л^2}$
	минимальный	эксплуатационный	максимальный			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143
65	1,5	17	70	0,6	610	810·10 ⁻⁵
80	2	36	110	0,7	1300	264·10 ⁻⁵

100	3	65	180	1,2	2350	$76,6 \cdot 10^{-5}$
150	4	140	350	1,6	5100	$13 \cdot 10^{-5}$
200	6	210	600	3	7600	$3,5 \cdot 10^{-5}$
250	15	380	1000	7	13700	$1,8 \cdot 10^{-5}$

Величина эксплуатационного расхода подобранного счетчика должна быть больше величины среднечасового расхода воды.

При учете воды на хозяйственно-питьевые, производственные и другие нужды потери напора в крыльчатых счетчиках не должны превышать $h_{\text{доп}} = 2,5$ м, а в турбинных – 1 м. Если потери напора в счетчике оказались меньше 20% от $h_{\text{доп}}$, то следует принять другой счетчик (меньшего калибра), чтобы он мог учитывать малые расходы воды.

Потери напора в счетчике воды определяются по формуле:

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2, \text{ м}$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, $\text{м}^2/\text{л}^2$;

q – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с.

1.3.4 Определение требуемого напора

Требуемый напор внутреннего водопровода определяют из выражения:

$$H_{\text{тр}} = H_z + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + h_l + h_m + H_f, \text{ м}$$

где H_z – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода, м;

h_l – сумма потерь напора по длине на расчетных участках, м;

h_m – сумма местных потерь напора, м, для хозяйственно-питьевого водопровода жилых и общественных зданий местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) принимаются в размере 30% от потерь напора по длине труб;

H_f – свободный напор у диктующего водоразборного устройства, принимаемый у смесителя умывальника, смесителя мойки – 2 м, для ванной со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальников) – 3 м, для унитаза со смывным бачком – 2 м.

$h_{\text{вв}}$ - потери напора на трение во вводе, м:

$$h_{\text{вв}} = i \cdot l, \text{ м}$$

где l – длина ввода (от наружной сети до водомерного узла), м

i – уклон ввода, принимается 0,005.

Полученную величину требуемого напора необходимо сравнить с величиной гарантийного напора.

Если в результате расчета требуемый напор меньше гарантийного на величину до 1 м, то повысительная насосная установка не требуется.

Если требуемый напор больше гарантийного напора на величину до 2 м, следует увеличить диаметры некоторых расчетных участков с целью уменьшения потерь напора в сети.

Если требуемый напор больше гарантийного напора на величину более 2 м, необходимо предусмотреть насосную установку.

Подбор насоса осуществляется по расчетной его подаче, равной расходу воды на вводе и напору, определяемому из выражения:

$$H = H_{\text{тр}} - H_{\text{зар}} + h_{\text{ну}}, \text{ м}$$

где $h_{\text{ну}}$ – потери напора в насосной установке (1,5-2,5м).

Насосы присоединяют к сети после водомерного узла. Размещают насосные установки в тепловых пунктах, в сухом и теплом изолированном помещении высотой не менее 2,2 м. Не допускается размещение насосных установок под жилыми помещениями. Насосные агрегаты устанавливают на виброизолирующих основаниях, возвышающихся над уровнем пола не менее, чем на 20 см. Количество резервных насосов следует принимать: при количестве рабочих насосов 1-3 – один резервный насос, а при 4-6 рабочих – два резервных агрегата. При установке насоса целесообразно предусматривать устройство обводной линии с задвижкой и обратным клапаном в обход насосов. Для обвязки насосов применяют стальные трубы на сварке и фланцевые соединения с арматурой и насосами. На напорной линии каждого насоса устанавливают манометр, обратный клапан и задвижку или вентиль, а на всасывающей линии – задвижку.

Подачу хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует определять по расчетному секундному расходу воды на вводе. Подбор насосов осуществляют по таблице 1.3.

Таблица 1.3. Подбор повысительной насосной установки

Марка насосов	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, мин ⁻¹	Мощность, кВт
Водопроводные насосы				
К8/18(1,5К-6)	6,0-8-12	19-18-14	3000	1,5
К 20/18	10,5- 20-22 ,5	22-18-17	3000	2,2
ЦВЦ2,5-2	2,5	2,0	3000	0,075
ЦВЦ4-2,8	4,0	2,8	3000	0,11
ЦВЦ-Т 6,3/3,5	6,3	3,5	1500	0,18
ЦВЦ 6,3/7,1	1,0-6,3-9,5	9,5-7,1-3,2	1500	0,37
К 20/30 (2К 6)	10-20-28	33-30-24	3000	4,0
К 45/55 (3К 6)	45	55	3000	15
К45/30 (3К 9)	28-45-58	35-30-25	3000	7,5
К 90/20	56-90-110	26-20-16	3000	7,5

2 Внутренний водопровод горячего водоснабжения

Горячее водоснабжение обеспечивает потребителей водой температурой от 50 до 75°С. Такой водой снабжаются жилые здания, большинство общественно-коммунальных зданий, а также промышленные здания и сооружения.

Все централизованные системы горячего водоснабжения проектируют с циркуляционными трубопроводами. Циркуляционные трубопроводы в системах горячего водоснабжения могут функционировать круглосуточно (в жилых домах, больницах), или только перед началом водоразбора (за полчаса или час), если потребление горячей воды происходит периодически (например, в душевых промышленных предприятий).

В жилых зданиях с числом этажей до 4 включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляцию воды предусматривают только в магистральных трубах, до начала водоразборных стояков. Тупиковые сети горячего водоснабжения без циркуляции разрешается применять только в местных системах или в системах с длительным непрерывным разбором воды (например, в банях). Допускается не предусматривать циркуляцию в системах с регламентированным по времени потреблением горячей воды, если

температура ее в это время в местах водоразбора не будет ниже указанных в нормах. Во избежание быстрого разрушения от коррозии системы горячего водоснабжения собираются из оцинкованных труб (ГОСТ 3262-75).

В жилых и общественных зданиях прокладку разводящих трубопроводов горячего водоснабжения следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах, чердаках, на первом этаже в подпольных каналах (в случае отсутствия чердаков), по конструкциям здания, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода следует предусматривать в шахтах, открыто – по стенам душевых, кухонь и других помещений.

Аксонметрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляется аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода горячего водоснабжения ведут аналогично гидравлическому расчету внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления $q_{hr,u}^h = 10 \text{ л/с}$.

Секундный расход горячей воды прибором составляет $q_o^h = 0,2 \text{ л/с}$.

Общее число приборов N для горячего водоснабжения определяется без учета смывных бачков унитазов.

Расчет подающих трубопроводов. Определение диаметров труб по расчетным расходам для сети горячего водоснабжения выполняют, как и для сети холодного водоснабжения, но с учетом уменьшения диаметров вследствие отложения накипи и зарастания труб в системах горячего водоснабжения.

Потери напора в подающем трубопроводе следует определять по секундным расходам горячей воды (q, л/с) на хозяйственно-бытовые нужды с учетом циркуляционного расхода (при наличии циркуляции).

Потери напора в отдельных участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять по формуле:

$$\Delta H_{уч} = R_{л} l (1 + \alpha), \text{ кПа} / \text{м} \left(\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} \right)$$

где $R_{л}$ – удельные потери напора, $\text{кПа} / \text{м} \left(\frac{\text{кгс}}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} \right)$; l – длина участка трубопровода, м; α – коэффициент местных потерь напора, принимается: 0,2 – для подающих (распределительных) трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов и для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями; 0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей.

Общая потеря напора в подающем трубопроводе расчетного направления (от водоподогревателя до самой высокой точки водоразбора наиболее удаленного стояка) определяется как сумма потерь напора на каждом из расчетных участков:

$$\Delta H_{под} = \sum_1^i \Delta H_{уч}, \text{ м}$$

где i – номера участков; $\Delta H_{уч}$ – потери напора на участках, м.

Повышение шероховатости труб от накипи можно учитывать с помощью коэффициента 1,2.

Требуемый напор в точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{вод} + H_{г} + H_{св} + \Delta H_{под}, \text{ м}$$

где $H_{вод}$ – потери напора в водомере :

$$h_{сч} = S \cdot q^2 < 2,5 \text{ м (для крыльчатых счетчиков)}$$

где q – расход воды на вводе без учета циркуляционного расхода, л/с;

S – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаем счетчик с диаметром условного

прохода, м/(л/с²).

$H_{г}$ – геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода на вводе до оси наиболее высоко расположенного водоразборного прибора (определяется по аксонометрической схеме горячего водопровода), м;

$H_{св}$ – свободный напор перед диктующим прибором (для умывальника, кухонной мойки – 2 м, для ванны со смесителем – 3 м);

$\Delta H_{под}$ – потери напора в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения (принимаются из гидравлического расчета с учетом повышения шероховатости стенок труб от накипи, коэффициент 1,2), м.

При недостаточном напоре в наружной водопроводной сети в системах горячего водоснабжения жилых зданий в качестве дополнительных повысительных насосов используют циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе. Требуемый напор повысительных насосов определяют по формуле:

$$H_{нов} = H_{тр} - H_{зар}, м$$

где $H_{зар}$ – напор в городском водопроводе, м.

Производительность насоса принимаем равной расходу на горячее водоснабжение с учетом циркуляции: $G_{ц.н.} = q + G_{ц}$, м³/час. Предусматривают не менее двух насосов, один из которых резервный. Размещают их, как правило, в центральном или индивидуальном тепловых пунктов.

Расчет циркуляционных трубопроводов. Требуемый циркуляционный расход $G_{ц}$, л/ч, в системах трубопроводов горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора определяется по количеству тепла, необходимого для возмещения тепловых потерь в подающих трубопроводах:

$$G_{ц} = \frac{Q_{п}}{\Delta t}, л/с$$

где $Q_{п}$ – потери тепла подающими трубопроводами, определяемые при одной для трубопроводов всех стояков системы средней температуре горячей воды, $\frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$; Δt – разница температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимается от 5 до 15 °С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца.

Теплопотери, $\frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$, на участке трубопроводов определяют по формуле:

$$Q_i = k \pi d_n l_i (t_{г.ср} - t_o) (1 - \eta), \frac{кДж}{ч} (\frac{ккал}{ч})$$

где k – коэффициент теплопередачи неизолированной трубы, принимается равным $42 \frac{кДж}{м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C}$ или $10 \frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C}$; d_n – наружный диаметр трубопровода, м; l_i – длина расчетного участка, м; $t_{г.ср}$ – средняя температура воды на участке, °С; t_o – температура окружающей среды, принимается: в бороздах и каналах +40 °С; в неотапливаемых подвалах +5 °С; на чердаках +10 °С; в помещениях +20 °С; η – коэффициент полезного действия изоляции, принимается 0,6-0,8; для неизолированных труб $\eta = 0$.

Значения расчетных диаметров стальных водогазопроводных труб

Диаметр условного прохода d_y , мм	15	20	25	32	40	50	65	80
Наружный диаметр d_n , мм	21,3	26,8	33,5	42,3	48	60	75,5	88,5

Суммарные теплопотери всей системы трубопроводов:

$$Q_n = \sum_1^i Q_i$$

Общий циркуляционный расход, вычисленный по формуле $G_{ц} = \frac{Q_n}{\Delta t}$, л/с, между участками магистралей и стояками распределяется пропорционально теплопотерям на этих участках. По полученным циркуляционным расходам определяют диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора так же, как при расчете подающих трубопроводов.

Диаметрами циркуляционных трубопроводов обычно задаются и принимают в системах с насосной циркуляцией на один-два размера меньше соответствующих участков подающих трубопроводов. Однако при выборе диаметров циркуляционных стояков следует обеспечить увязку потерь напора в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках их подсоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам. Разница в потерях давления циркуляционных колец не должна превышать 10%. Потери напора в водоразборном и циркуляционном стояках при абсолютной величине должны составлять 19,6-39,2 кПа (0,2-0,4 кгс/см²; 2-4 м).

При невозможности увязки давлений путем соответствующего подбора диаметров труб на циркуляционном трубопроводе устанавливают диафрагмы.

Диаметр диафрагм не следует принимать менее 10 мм, а если по расчету получается менее 10 мм, то вместо диафрагм предусматривают регулировочные краны. Диаметр диафрагмы, мм, определяют по формуле:

$$d_D = 11,3 \sqrt{\frac{G_{ц}}{\sqrt{\Delta H_D}}}$$

где $G_{ц}$ – циркуляционный расход воды, м³/час; ΔH_D – перепад в диафрагме, который следует погасить, м.

3 Внутренняя канализация

3.1 Устройство и трассирование внутренней канализации

Система внутренней канализации состоит из приемников сточных вод и сети трубопроводов, включающих отводные трубопроводы, стояки, коллекторы, а также выпуски.

Для устройства сетей внутренней бытовой канализации применяют чугунные канализационные трубы (ГОСТ 6942.3–80), керамические канализационные трубы (ГОСТ 268–82), полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599–83), асбестоцементные безнапорные трубы (ГОСТ 1839–80).

Прокладку внутренних канализационных сетей осуществляют: открыто – в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических этажах и в специальных помещениях, предназначенных для размещения сетей, с креплением к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах; скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом (в земле, каналах), панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, в санитарно-технических кабинках, в вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Отводные трубопроводы служат для отвода сточных вод от приемников (унитазов, ванн, моек, умывальников) к стоякам. Минимальные уклоны отводных труб от санитарно-технических приборов следует принимать при диаметре 100 мм – 0,012, при диаметре 50 мм – 0,025. Минимальный диаметр отводной трубы: для умывальника, ванны – 40 мм, для мойки – 50 мм, для унитаза – 100 мм. Отводные линии прокладываются открыто по стенам выше пола по кратчайшему расстоянию с установкой на поворотах и концах прочисток.

Стояки служат для приема сточных вод из отводных труб по всем этажам. Стояки прокладываются вертикально и размещаются вблизи приемников сточных вод (в туалетах,

кухнях), через которые отводится наиболее загрязненная жидкость (унитазы, мойки). По всей высоте канализационные стояки должны иметь одинаковый диаметр.

Вентиляцию сети необходимо предусматривать через вентиляционные стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту 0,3 м (плоская кровля) или 0,5 м (скатная кровля).

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий (устройств, позволяющих прочищать трубу в обоих направлениях) или прочисток (устройств, необходимых для прочистки трубы только в одном направлении): на стояках при отсутствии на них отступов – в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов – также и в вышерасположенных над отступами этажах; в жилых зданиях высотой 5 этажей и более – не реже, чем через три этажа; в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки; на поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть почищены через другие участки. Высота от пола до центра ревизии должна составлять 1 м.

Выпуски предназначены для приема и отвода сточных вод от одного или нескольких стояков в дворовую и внутриквартальную сеть. Стояки присоединяются к выпуску в начале его с помощью одного или двух отводов по 135°. В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети устраивают смотровые колодцы. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм и не более 12 м при диаметре 100 мм. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до смотрового колодца 3 м. Выпуски следует предусматривать с уклоном не менее 0,02.

3.2 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках

Сети внутренней канализации рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод.

Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках ведется в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на стояке;

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным стояком, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на стояке и вероятности их действия P ;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном стояке и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой):

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с};$$

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

при $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_o^s, \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$; для мойки со смесителем $q_0^s = 0,6 \text{ л/с}$;
при $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}$$

Диаметр канализационного стояка надлежит принимать по табл. 3.1. в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости q_s , л/с, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку.

Таблица 3.1. Диаметры канализационных стояков

Диаметр поэтажного отвода	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм			
		50	85	100	150
	90	0,8	2,8	4,3	11,4
50	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
	90	–	2,1	–	–
85	60	–	3,2	–	–
	45	–	3,6	–	–
	90	–	–	3,2	8,5
100	60	–	–	4,9	12,8
	45	–	–	5,5	14,5
	90	–	–	–	17,2
150	60	–	–	–	11,0
	45	–	–	–	12,6

Примечание: Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

3.3 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках

Для каждого выпуска расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске (на всех стояках, присоединяемых к данному выпуску);

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на выпуске и вероятности действия приборов P ;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном выпуске и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой):
 $q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с}$;

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

при $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с}$$

где q_0^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$;

при $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}$$

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Гидравлический расчет выпусков следует производить расчетом, назначая скорость движения жидкости v , м/с, и наполнение h/d таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K$$

где $K = 0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

$K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее $0,7 \text{ м/с}$, а наполнение трубопроводов – не менее $0,3$.

В тех случаях, когда выполнить это условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром $40\text{-}50 \text{ мм}$ следует прокладывать с уклоном $0,03$, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном $0,02$.

4 Внутренние водостоки

Отвод атмосферных осадков (дождевых и талых вод) с крыш зданий осуществляется по трубопроводам, расположенным внутри зданий. Вода из систем внутренних водостоков отводится в наружные сети дождевой или общесплавной системы канализации.

Внутренние водостоки состоят из следующих элементов:

- водосточные воронки;
- отводные трубопроводы, стояки, коллекторы и выпуски;
- устройства для осмотра и прочистки (ревизии, прочистки и смотровые колодцы).

На плоских кровлях жилых и общественных зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию. Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м. Длина выпуска L от стояка до колодца внутриквартальной сети при диаметре трубы 100 мм и более не должна превышать 10 м.

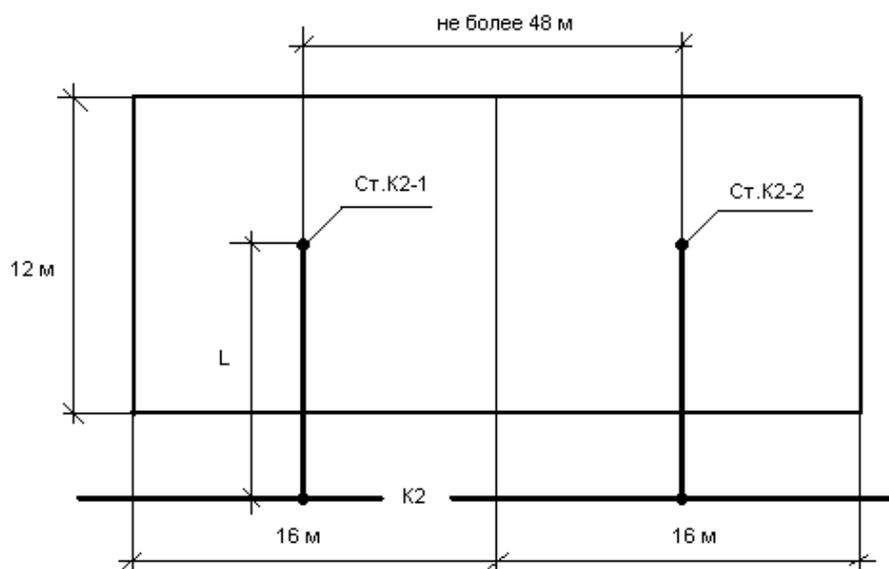


Рис. 4.1. План кровли с размещением внутренних водостоков.

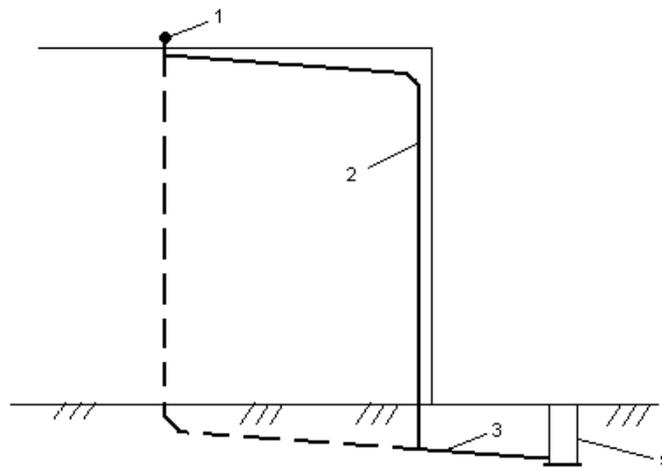
Для водостоков применяются чугунные (напорные и безнапорные), пластмассовые и асбестоцементные трубы.

Водосточные стояки прокладываются в отапливаемых помещениях лестничных клеток, коридоров или других подсобных помещений. Прокладка стояков может быть открытой (по стенам, колоннам) или скрытой (в бороздах внутренних стен зданий) в коробах или шахтах. Диаметры водосточных стояков определяются по таблице 4.1.

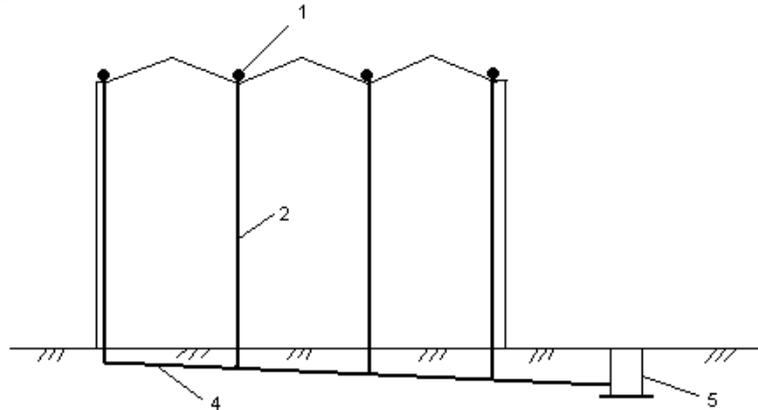
Таблица 4.1.

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых сточных вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

При перпендикулярной схеме (рис. 4.2а) каждый стояк оборудуется отдельным выпуском, отводящим дождевые сточные воды за пределы здания. При пересеченной схеме (рис. 4.2б) все стояки присоединяются к сборному коллектору, оборудованному одним выпуском.



а) перпендикулярная схема;



б) пересеченная схема.

Рис. 4.2. Схемы внутренней дождевой канализации.

1 – воронка; 2 – стояк; 3 – выпуск; 4 – коллектор; 5 – колодец.

Для жилых зданий с плоскими кровлями применяются воронки Вр7А с патрубком с условным проходом 80 мм, с плоскими эксплуатируемыми кровлями – воронки Вр10 с условным проходом 150 мм.

При условном проходе патрубка 80 мм наибольшая пропускная способность воронки – 5 л/с, при 100 мм – 12 л/с, при 150 мм – 35 л/с. Пропускная способность водосточных стояков соответственно 10, 20 и 50 л/с.

Порядок расчета:

Расчетный расход дождевых вод $Q_{расч}$ определяется по методу предельных интенсивностей, в зависимости от величины водосборной площади кровли (F , m^2) и интенсивности дождя (q , л/с с 1 га).

1. Водосборная площадь:

$F = F_{кровли} + 30\%$ от суммарной площади вертикальных стен примыкающих к кровле и возвышающихся над ней

2. При расчета плоских кровель с уклоном менее 1,5% задаются интенсивностью дождя q_{20} для данной местности продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год и определяют $Q_{расч}$.

2.1. Для кровель с уклоном менее 1,5%:

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, л/с$$

где F – водосборная площадь для всех подъездов, m^2 ,

q_{20} – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 20 минут при

периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год, л/с с 1 га, принимается по СН 4.01.03-2019.

2.2. Для кровель с уклоном более 1,5%:

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_5}{10000}, л/с$$

где q_5 – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 5 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P = 1$ год, л/с с 1 га, определяется по формуле:

$$q_5 = 4^n q_{20}$$

где n – параметр, принимаемый согласно СН 4.01.03-2019.

3. Пропускную способность, то есть максимальный расчетный расход (в л/с) при напорном режиме определяется по формуле:

$$q = \sqrt{\frac{H}{S_o}}, л/с$$

где H – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и оси выпуска;

S_o – полное сопротивление системы, $м^2/л^2$, то есть сумма сопротивлений по всей длине труб ($A_1 \cdot l$) и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивления воронки и выпуска, определяется по формуле:

$$S_o = A_1 \cdot l + A_m \cdot \sum \xi, м \cdot c^2 / л^2$$

где A_1 – удельное сопротивление по длине трубопровода, определяется по табл. 4.2.

l – длина трубопровода, м ;

A_m – удельное местное сопротивление, принимается в зависимости от диаметра трубопровода по таблице 4.3.

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяется по таблице 4.4.

Таблица 4.2. Удельные сопротивления A_1 для расчета водопроводных неновых труб.

Стальные трубы		Чугунные трубы	
Условный проход, мм	A_1	Условный проход, мм	A_1
80	1167	80	0,846
100	281,3	100	0,373
150	33,9	150	0,19

Таблица 4.3. Удельные местные сопротивления A_m

d, мм	50	75	80	100	150	200
A_m	0,0132	0,0026	0,002	0,00083	0,000165	0,000052

Таблица 4.4. Коэффициенты местных сопротивлений ξ внутренних водостоков

Вид местного сопротивления	Коэффициент ξ
Приемная воронка	1,5-1,6
Отвод чугунный 90 и 135°	0,65 и 0,45
Отступ	1,0
Тройник прямой и косой	0,025 и 0,8
Крестовина косая	1,2

Гидравлический затвор чугунный	1,5
То же, стальной сварной	2,0

4. После вычисления расчетного расхода определяется необходимое количество водосточных воронок с учетом допустимых расходов, расчетный расход должен быть меньше допустимого расхода.

$$Q_{расч} < Q_{доп}$$

5 Внутриквартальная канализационная сеть

5.1 Устройство внутриквартальной канализационной сети

Внутриквартальная сеть принимает сточную жидкость из выпусков зданий. В местах присоединения выпусков к внутриквартальной канализационной сети устраиваются смотровые колодцы. Последний колодец внутриквартальной канализационной сети называют контрольным.

Внутриквартальную канализационную сеть прокладывают параллельно фасаду здания, по кратчайшему расстоянию к уличному коллектору, с наименьшей глубиной заложения труб. Внутриквартальная сеть устраивается из керамических или чугунных труб.

5.2 Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети

Смотровые колодцы на внутриквартальной сети обозначаются КК1, КК2 и т.д. в зависимости от количества выпусков.

Для каждого участка дворовой сети расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600}$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, $q_{hr,u}^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$;

N – общее число санитарно-технических приборов на расчетном участке (на всех выпусках, относящихся к данному участку);

U – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным участком, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов N на участке и вероятности действия приборов P;

3) в зависимости от произведения общего числа приборов N на расчетном участке и вероятности их действия P подбирается коэффициент α ;

4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой):
 $q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с}$;

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

при $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_o^s, \text{ л/с}$$

где q_o^s – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком $q_o^s = 1,6 \text{ л/с}$;

при $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}$$

5.3 Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети

Гидравлический расчет внутриквартальной канализационной сети заключается в определении диаметров труб, скоростей движения сточной жидкости, уклонов, наполнения, а также глубины заложения труб. Результатом гидравлического расчета канализационной сети является построение ее продольного профиля.

При гидравлическом расчете канализационной сети необходимо выполнить ряд следующих требований:

- 1) минимальный диаметр труб принимается 150 мм;
- 2) скорость движения сточной жидкости рекомендуется принимать не менее 0,7 м/с;
- 3) уклон труб назначается не менее 0,007;
- 4) максимальное наполнение не должно превышать 0,6 для труб диаметром 150-300 мм;
- 5) на канализационной сети не должно быть подпоров, т.е. лоток трубы в конце участка не должен находиться выше, чем лоток трубы в начале участка;
- 6) Расчетные участки в местах их соединения должны выравниваться по уровням воды (при одинаковом диаметре труб) или по шельгам (при разных диаметрах труб), в колодце ГК трубы соединяются по шельгам;
- 7) при необходимости перепада, последний устраивается в контрольном колодце;
- 8) отметка лотка трубы в колодце КК1 вычисляется по следующей формуле:

$$\nabla_{\text{лотка КК1}} = \nabla_{\text{пов. земли}} - h_{\text{промерз.}} + 0,3, \text{ м}$$

При гидравлическом расчете начальная глубина заложения трубопровода должна быть не менее 0,7 м от верха трубы (0,7 + d). Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм.

Построение продольного профиля дворовой канализационной сети ведется после заполнения таблицы 5.1.

Таблица 5.1. Гидравлический расчет канализационной сети

№ участка сети	Длина участка сети L, м	Расчетный расход q, л/с	d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Потери напора, h = i·L, м
						$\frac{h}{d}$	h, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Отметки, м						Глубина заложения лотка, м	
Поверхность земли, м		Поверхность воды, м		Поверхность лотка, м		В начале участка	В конце участка
Н	К	Н	К	Н	К		
10	11	12	13	14	15	16	17

6 Устройство и расчет внутридомового газопровода

В жилые здания газ поступает по газопроводам от городской распределительной сети. Эти газопроводы состоят из ответвлений, подводящих газ к зданию, и внутридомовых газопроводов, которые транспортируют газ внутри здания и распределяют его между отдельными газовыми приборами. Внутридомовые газопроводы состоят из ввода,

внутриквартирного или дворового газопровода, внутридомовой сети, газовых приборов, запорной, регулирующей и предохранительной арматуры, контрольно-измерительных приборов .

Вводы газопроводов в жилые и общественные здания устраивают через нежилые общественные помещения (лестничные клетки, кухни, коридоры), доступные для осмотра труб.

Газовые стояки прокладывают в лестничных клетках, коридорах, непосредственно на кухне. Не допускается прокладка стояков в жилых помещениях, санузлах, ванных комнатах.

Для устройства внутридомовых газопроводов применяют стальные водогазопроводные трубы. Соединение труб осуществляется на сварке, резьбовые и фланцевые соединения устраивают только в местах установки арматуры.

Проектирование и расчет систем внутреннего газопровода производится в следующей последовательности:

1. Производится трассировка сети внутреннего газопровода, назначается расположение стояков газопровода, намечаются места расположения запорно-регулирующей арматуры.

2. Составляется аксонометрическая схема сети внутреннего газопровода. Выбирается наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбивается на расчетные участки, определяется длина расчетных участков.

3. Определяются расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где k_{sim} - коэффициент одновременности для жилых домов, принимается по таблице 6.1.

Таблица 6.1. Значение коэффициента одновременности (K_{sim}) для жилых домов

Число квартир	Коэффициент одновременности K_{sim} в зависимости от установки в жилых домах газового оборудования			
	Плита 4-конфорочная	Плита 2-конфорочная	Плита 4-конфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 2-конфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	1	1	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,274	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180

80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

q_{nom} – номинальный расход газа прибором, принимается 1,2 м³/ч;

n_i – число однотипных приборов (плит).

4. По расчетным расходам газа назначаются диаметры труб на участках сети. Данные расчета сводятся в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Таблица расчета внутреннего газопровода

№ участка	Расчетный расход газа, м ³ /час	Диаметр условного прохода газопровода, мм	Длина участка, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$	Эквивалентная длина при $\xi=1$, м	Эквивалентная длина местных сопротивлений, м	Расчетная длина участка, м	Удельные потери в Па на 1 м длины	Потери давления на участке, Па	Гидростатическое давление, Па	Потери давления с учетом гидростатического давления, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяется по таблице 6.3:

Таблица 6.3. Таблица для определения коэффициентов местного сопротивления

Вид местных сопротивлений	Значение ξ	Вид местного сопротивления	Значение ξ для диаметров в мм					
			15	20	25	32	40	>50
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр по ГОСТу	0,35	Угольник 90°	2,2	2,1	2	1,8	1,6	1,1
Тройник проходной	1	Пробочный кран	4	2	2	2	2	2
Тройник поворотный (ответвление)	1,5	Вентиль прямой	11	7	6	6	6	5
Крестовина проходная	2	Вентиль «косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Крестовина поворотная	3	–	–	–	–	–	–	–
Отвод гнутый 90°	0,3	Задвижка	0,5 (D=50-100)		0,25 (D=175-200)		0,15 (D=300 и более)	

6. Эквивалентная длина при $\xi = 1$, м (для природного газа).

7. Эквивалентная длина местных сопротивлений, м, определяется как произведение суммы коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ и эквивалентной длины при $\xi=1$ (гр.5 * гр.6).

8. Расчетная длина участка определяется как сумма длины расчетного участка газопровода и эквивалентной длины местных сопротивлений (гр.4 + гр.7).

9. Удельные потери в Па на 1 м длины определяются по рисунку 6.2. (для природного газа).

10. Потери давления на участке определяются как произведение расчетной длины участка на удельное давление на 1 м длины (гр.8 * гр.9).

11. Гидростатическое давление определяется по формуле:

$$\Delta p = gH(1,29 - \rho_{газа}), Па$$

где H – разность геометрических отметок конца и начала участка, считая по ходу газа, м;

1,29 – плотность воздуха, кг/м³;

$\rho_{газа}$ – плотность природного газа, $\rho_{газа} = 0,73$ кг/м³.

12. Общие потери давления определяются как сумма потерь давления на участке и гидростатического давления (гр.10 + гр.11). Сумма общих потерь давления на расчетных участках сравнивается с допустимыми потерями давления, которые не должны быть более 350 Па (для домов многоэтажной застройки).

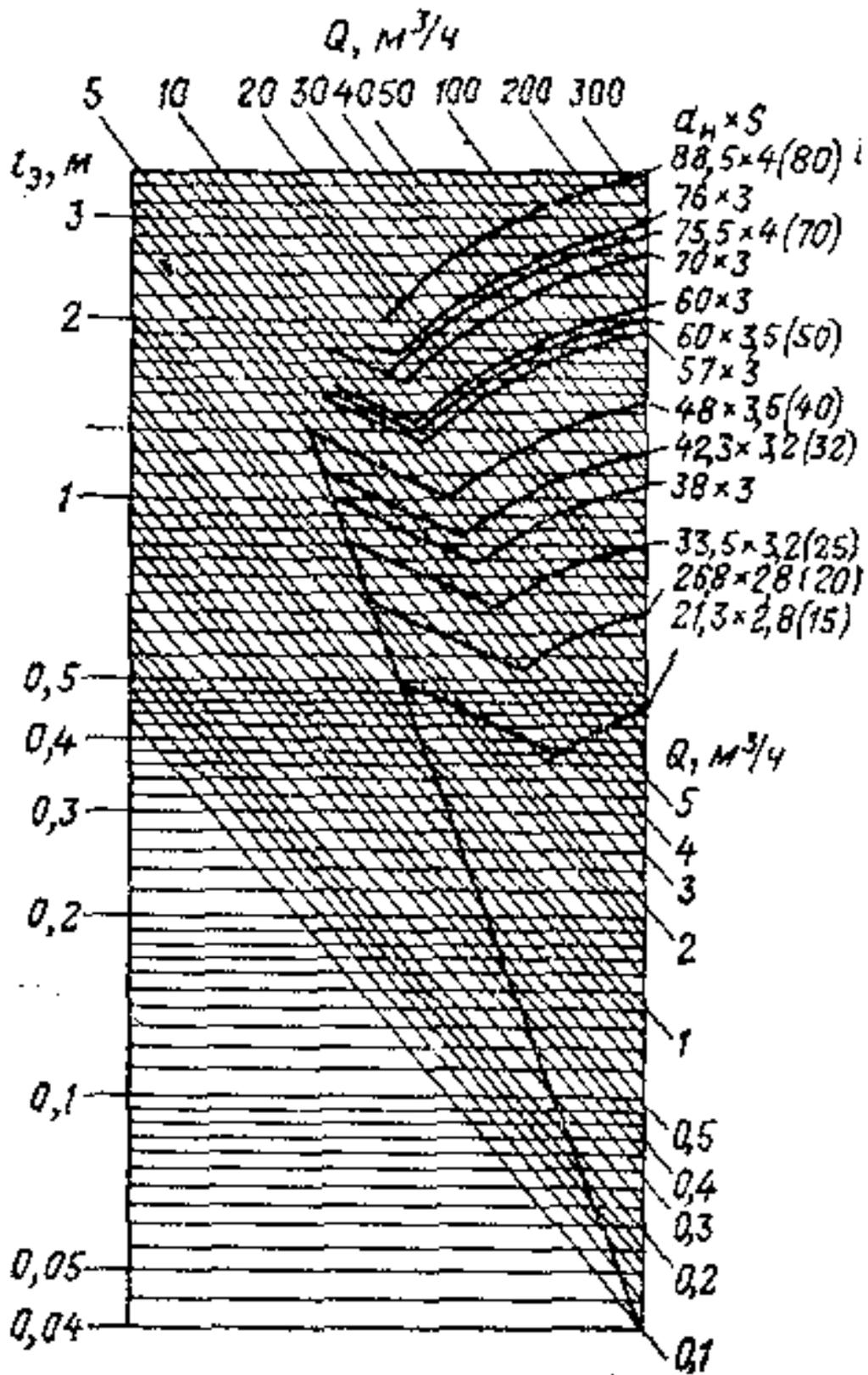


Рис. 6.1. Номограмма для определения эквивалентных длин при $\xi=1$.

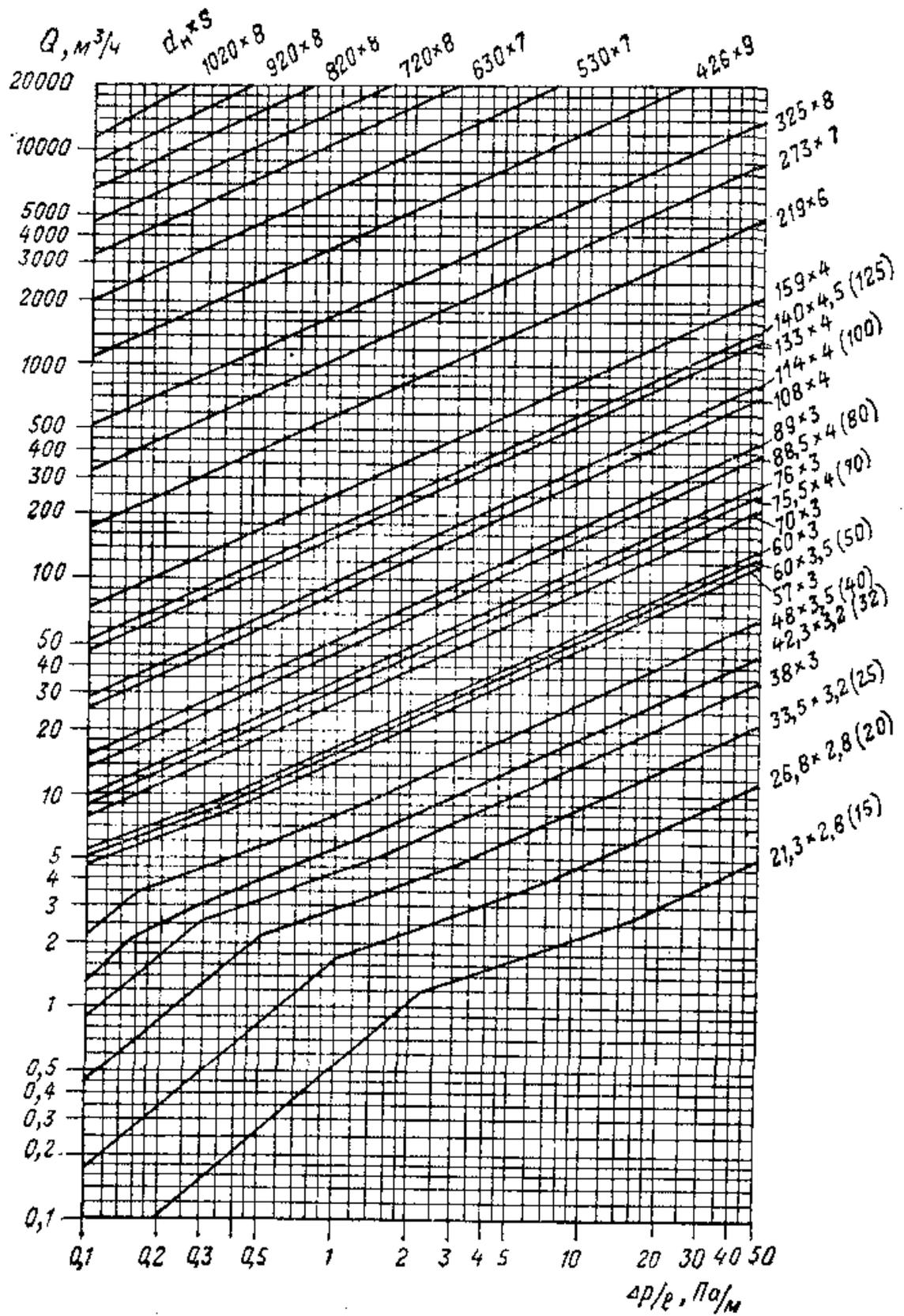


Рис. 6.2. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления (до 5 кПа). Природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

3 Раздел контроля знаний

[#Структура](#)

Перечень вопросов, выносимых на зачет по учебной дисциплине «Инженерные сети и оборудование»

1. Нормы хозяйственно-питьевого водоснабжения.
2. Нормы потребления воды на производственные нужды.
3. Нормы потребления воды для тушения пожаров.
4. Режим водопотребления.
5. Схемы водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий.
6. Классификация центробежных насосов.
7. Схема устройства и принцип действия центробежного насоса.
8. Основы расчета наружных водопроводных сетей.
9. Водопроводные насосные станции.
10. Водозаборные сооружения.
11. Требования к питьевой воде.
12. Трубы, применяемые для устройства водопровода.
13. Арматура водопроводной сети.
14. Трассировка внутреннего водопровода.
15. Оборудование водопровода холодной воды.
16. Вводы, водомерные узлы, счётчики воды.
17. Конструирование водопровода.
18. Расчет водопровода холодной воды.
19. Определение требуемых давлений в системе.
20. Водопровод горячей воды.
21. Противопожарный водопровод.
22. Производственный водопровод.
23. Водоснабжение объектов строительства.
24. Потребление воды на строительной площадке.
25. Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы.
26. Трубы, соединительные части, ревизии, прочистки.
27. Устройства для вентиляции сети.
28. Микрорайонные и внутриплощадочные сети, смотровые колодцы.
29. Оборудование внутренней канализации.
30. Приемники сточных вод.
31. Конструирование внутренней канализации.
32. Правила трассировки сетей и размещения оборудования с учетом архитектурных и строительных решений.
33. Расчет внутренней канализации.
34. Построение продольных профилей.
35. Классификация и основные элементы водостоков.
36. Особенности конструирования и расчета водостоков.
37. Системы и схемы водоотведения населенных мест и промпредприятий.
38. Применяемые трубы, материалы, глубина заложения.
39. Правила трассировки наружных канализационных сетей.
40. Насосные станции для перекачки стоков.
41. Сооружения для биологической и механической очистки сточных вод.
42. Охрана окружающей среды от загрязнений и рациональное использование природных ресурсов.

4 Вспомогательный раздел

[#Структура](#)

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Инженерные сети и сооружения» для специальности:

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БрГТУ

_____ А.В. Драган
« » _____ 2019 г.

Регистрационный № УД-_____ /уч.

Инженерные сети и оборудование

Учебная программа для специальности:

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта
(название образовательного стандарта)

ОСРБ 1- 70 02 01-2013, утв. Постановление Министерства образования
Республики Беларусь № 88 от 30.08.2013, учебного плана специальности 1-70 02 01

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны
водных ресурсов Мороз Владимир Валентинович
(ФИО, должность, степень, звание)

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов
(название кафедры-разработчика программы)
(протокол № _____ от _____);

Методической
комиссией Строительного факультета
(название факультета)
(протокол № _____ от _____);

Председатель _____ к.т.н., доцент Юськович В.И.
(ФИО,подпись)

Советом Брестского государственного технического университета
(протокол № _____ от _____).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель преподавания дисциплины «Инженерные системы и оборудование» состоит в изучении основ проектирования и технологии проведения работ при прокладке инженерных коммуникаций водоснабжения и канализации в жилых и производственных зданий. При изучении данной дисциплины показывается роль отдельных элементов инженерных систем, их взаимосвязь и взаимодействие. Это определяет в целом надежное функционирование инженерных систем. Изучение дисциплины позволит будущим инженерам специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» самостоятельно:

- производить правильный подбор оборудования для проектирования инженерных систем и схем объектов;
- выбрать рациональную схему для правильного и грамотного оформления и компоновки графической документации;
- производить проектирование, расчет инженерных сетей зданий и сооружений;

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать:

- устройство внутренней сети водоснабжения, водоотведения и удаления мусора, методы расчета систем внутреннего водопровода и канализации;

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса:

«Механика жидкости и газа» – свойства жидкостей и газов; основные уравнения гидростатики и аэростатики; стационарное течение жидкости и газа; вязкость жидкости; движение тел в жидкости и газах.

«Начертательная геометрия» – средства изображения пространственных проекций, использование функции и графики для выполнения графических задач.

План учебной дисциплины для дневной формы получения
высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)				Самостоятельная работа	Академических часов на курсовой	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия			
<i>Дневная форма получения образования</i>												
1- 70 02 01	«Промышленное и гражданское строительство»	2	4	80	2	32	16	-	16	48	-	зачет
1-70 02 02	«Экспертиза и управление недвижимостью»	2	3	103	3	-	34	-	34	35	-	зачет

<i>Заочная форма получения образования</i>												
1- 70 02 01	«Промышленное и гражданское строительство»	3	5	80	2	14	6	-	8	66	-	зачет

<i>Заочная сокращенная форма получения образования</i>												
1- 70 02 01	«Промышленное и гражданское строительство»	2	4	80	2	10	6	-	4	70	-	зачет

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Лекционные занятия, их содержание

1.1.1 Введение.

Значение водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий в развитии строительства и благоустройства объектов и населенных мест. Краткая история состояния и развития водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий. Роль отечественной науки и техники.

1.1.2. Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения.

Внутреннее водоснабжение зданий. Классификация внутренних водопроводов в зданиях различного назначения. Системы и схемы водоснабжения зданий.

Основные элементы внутреннего водопровода зданий. Расчет системы водоснабжения зданий.

1.1.3. Противопожарные водопроводы зданий

Пожарные краны, спринклерные и дренчерные противопожарные системы водоснабжения.

1.1.4. Насосы и насосные станции

Основные показатели работы. Классификация, устройство и принцип действия насосов. Рабочая характеристика центробежного насоса. Совместная работа насоса и трубопровода.

1.1.5. Наружная водопроводная сеть

Схемы трассировки наружных водных сетей. Принцип расчета водопроводных сетей. Водопроводная арматура. Пожарный гидрант. Глубина заложения водопроводных линий. Устройство и оборудование водопроводных сетей. Регулирующие и запасные емкости.

1.1.6. Проектирование внутренней сети водоотведения здания

Основные элементы внутренней канализации зданий. Гидравлические затворы. Дворовая система канализации и присоединение ее к уличным сетям канализации. Расчет системы водоотведения зданий.

1.1.7. Проектирование водоотводящих сетей

Исходные и нормативные данные для проектирования водоотводящих сетей. Трассировка водоотводящих сетей. Правила конструирования водоотводящих сетей. Глубина заложения трубопроводов системы водоотведения.

1.1.8. Водоотведение. Наружные сети

Классификация сточных вод. Системы и схемы водоотведения. Основные элементы системы водоотведения. Устройство водоотводящих сетей и сетевых сооружений. Трубы и коллекторы. Колодцы. Канализационные насосные станции.

1.1.9. Дождевая канализационная сеть. Водостоки

Основы метеорологического расчета дождевой сети. Трассировка дождевой сети. Дождеприемники и внутренние водостоки.

1.1.10. Системы и схемы водоснабжения.

Данные для проектирования. Классификация систем и схемы водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения. Нормы и режимы водопотребления. Потребные расходы воды и напоры в водопроводной сети.

1.1.11. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения. Характеристика подземных и поверхностных вод. Водозаборные сооружения для приема воды из подземных и поверхностных источников. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения. Водоподъемные устройства.

1.1.12. Очистка и обеззараживание воды

Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству. Методы очистки воды: коагулирование и отстаивание, фильтрование, обеззараживание, специальная обработка. Технологические схемы осветления воды. Обезжелезивание воды и умягчение.

1.1.13. Очистка сточных вод

Виды, состав и характеристика сточных вод. Условия спуска сточных вод в водоем. Методы очистки сточных вод.

1.1.14. Мусороудаление

Канализование твердых отходов (мусороудаление). Сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые мусоропроводы.

1.2. Практические занятия, их содержание

1.2.1. Внутренний водопровод здания.

Ввод водопровода, водомерный узел, стояки, магистральный трубопровод, водоразборные устройства и подводки к ним. Трассировка сетей внутреннего водопровода здания.

1.2.2. Построение аксонометрической схемы внутреннего водопровода здания.

1.2.3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода здания.

1.2.4. Определение требуемого напора в сети. Подбор водомера.

1.2.5. Приемники сточных вод. Стояки, отводные трубы, выпуски. Трассировка сети водоотведения здания.

1.2.6. Построение аксонометрической схемы одного из выпусков здания.

1.2.7. Гидравлический расчет водоотведения здания. Дворовые сети водоотведения.

1.2.8. Построение продольного профиля дворовой сети водоотведения.

1.3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная работа	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение. Значение водоснабжения, водоотведения и санитарно-технического оборудования зданий в развитии строительства и благоустройства объектов и населенных мест.	2	1					зачет
2.	Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения. Системы и схемы водоснабжения зданий.	4	4				8	зачет
3.	Противопожарные водопроводы зданий	2					2	зачет
4.	Насосы и насосные станции. Основные показатели работы.	2					3	зачет
5.	Наружная водопроводная сеть. Принцип расчета водопроводных сетей.	2	2				4	зачет
6.	Проектирование внутренней сети водоотведения	2	2				8	зачет

	здания Основные элементы внутренней канализации зданий.							
7.	Проектирование водоотводящих сетей. Правила конструирования водоотводящих сетей.	4	2				8	зачет
8.	Водоотведение. Наружные сети. Устройство водоотводящих сетей и сетевых сооружений.	2	2				6	зачет
9.	Дождевая канализационная сеть. Водостоки. Трассировка дожде- вой сети.	2			2		3	Зачет
10.	Системы и схемы водоснабжения. Нормы и режимы водопотребления. Потребные расходы воды и напоры в во- допроводной сети.	2	2				4	зачет
11.	Источники водоснабжения и водозаборные сооружения. Характеристика подземных и поверхностных вод.	2					2	зачет
12.	Очистка и обеззараживание воды. Методы очистки сточных вод.	2					2	Зачет
13.	Очистка сточных вод. Методы очистки сточных вод.	2					2	зачет
14.	Мусороудаление. Канализование	2					2	зачет

	твердых отходов							
	Итого	32	16				55	

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Кол-во часов на самостоятельную работу	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения. Системы и схемы водоснабжения зданий.	3	4				33	зачет
2	Проектирование внутренней сети водоотведения здания Основные элементы внутренней канализации зданий.	3	4				33	зачет
	Итого	6	8				66	

Заочная сокращенная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Кол-во часов на самостоятельную работу	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Внутренние сети холодного и горячего	3	2				35	зачет

	водоснабжения. Системы и схемы водоснабжения зданий.							
2	Проектирование внутренней сети водоотведения здания Основные элементы внутренней канализации зданий.	3	2				35	зачет
	Итого	6	4				70	

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

3.1.1. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация : учеб. пособие для вузов / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. – М. : Стройздат, 2004. – 397 с.

3.1.2. Невзорова А.Б. Инженерные сети и оборудование : справ, пособие / А.Б. Невзорова, Г.Н. Белоусова. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 36 с.

3.1.3. Казанли Е.А. Сети водоснабжения и водоотведения из полимерных труб. Расчет, проектирование и монтаж : учеб. пособие / Е.А. Казанли, Л.В. Кулешова,

Э. И. Михневич. – Минск: БНТУ, 2006. –170 с.

3.1.4. Гуринович А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами. Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация / А.Д. Гуринович. – Минск: Технопринт, 2004. - 247 с.

3.1.5. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб.–М.:ООО «БАСТЕТ», 2008.– 480 с.

3.1.6. Тугай А.И. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения, проектирование, справочник. – Киев, 1982 – 256 с.

3.1.7. Староверов И.Т., Шиллер Ю.И. Водопровод и канализация. Часть 2. – М.:Стройиздат, 1990 – 246 с.

3.1.8. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения : учеб. для вузов / В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. - 336 с.

3.1.9. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. М: Стройиздат, 1989 – 495 с.

3.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

3.2.1. Карасев Б.В. Гидравлика и основы с/х водоснабжения и канализации. – Мн.: Вышэйшая школа, 1984.

3.2.2. СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Введ. 1999-10-19. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2000. – 132 с.

3.2.3. СанПиН 10-113 РБ 99. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения: Санитарные правила и нормы. – Введ. 1999-01-06. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2002. - 21 с.

3.2.4. СНБ 4.01.02-03. Противопожарное водоснабжение. – Минск: М-во строит. Респ. Беларусь, 2004. – 20 с.

3.2.5. ТКП 45-4.01-319-2018 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования – Минск : М-во строит. Респ. Беларусь, 2018. – 24 с.

3.2.6. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1979.

3.2.7. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н.Павловского. – М.: Стройиздат, 1974 - 156 с.

3.2.8. Шальнов А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений / А. П. Шальнов, Г. И. Яковлев. - М: Стройиздат, 1981. – 312 с.

3.2.9. ТКП 45-4.01-272-2012 (02250). Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Правила монтажа. – Минск : М-во строит. Респ. Беларусь, 2012. – 60 с.

3.2.10. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 22 с.

3.2.11. Кравцов М.В., Лазарчик И.К., Федюкович И.В. Санитарно-техническое оборудование зданий. – Мн.: Вышэйшая школа, 1983

3.2.12. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Под редакцией Староверова И.Г. – Водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1990.

3.2.13. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: справочник/ А.М.Тугай и др.; под ред А.М.Тугая. – Киев: Будивельник, 1982.-256 с.

3.3 Перечень вопросов к зачету

1. Нормы хозяйственно-питьевого водоснабжения.
2. Нормы потребления воды на производственные нужды.
3. Нормы потребления воды для тушения пожаров.
4. Режим водопотребления.
5. Схемы водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий.
6. Классификация центробежных насосов.
7. Схема устройства и принцип действия центробежного насоса.
8. Основы расчета наружных водопроводных сетей.
9. Водопроводные насосные станции.
10. Водозаборные сооружения.
11. Требования к питьевой воде.
12. Трубы, применяемые для устройства водопровода.
13. Арматура водопроводной сети.
14. Трассировка внутреннего водопровода.
15. Оборудование водопровода холодной воды.
16. Вводы, водомерные узлы, счётчики воды.
17. Конструирование водопровода.
18. Расчет водопровода холодной воды.
19. Определение требуемых давлений в системе.
20. Водопровод горячей воды.
21. Противопожарный водопровод.
22. Производственный водопровод.
23. Водоснабжение объектов строительства.
24. Потребление воды на строительной площадке.
25. Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы.
26. Трубы, соединительные части, ревизии, прочистки.
27. Устройства для вентиляции сети.
28. Микрорайонные и внутриплощадочные сети, смотровые колодцы.
29. Оборудование внутренней канализации.
30. Приемники сточных вод.
31. Конструирование внутренней канализации.
32. Правила трассировки сетей и размещения оборудования с учетом архитектурных и строительных решений.
33. Расчет внутренней канализации.
34. Построение продольных профилей.
35. Классификация и основные элементы водостоков.
36. Особенности конструирования и расчета водостоков.
37. Системы и схемы водоотведения населенных мест и промпредприятий.
38. Применяемые трубы, материалы, глубина заложения.
39. Правила трассировки наружных канализационных сетей.
40. Насосные станции для перекачки стоков.
41. Сооружения для биологической и механической очистки сточных вод.
42. Охрана окружающей среды от загрязнений и рациональное использование природных ресурсов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ БрГТУ
«Инженерные сети и оборудование»

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Механика жидкости и газа	Природообустройства	Зав. каф. природообустройства О.П.Мешик	
2. Начертательная геометрия	Начертательной геометрии и машинной графики	Зав. каф. НГиМГ О.А.Акулова	

ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине используется следующий диагностический инструментарий:

- промежуточные аттестации;
- устный опрос на практических занятиях.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течении всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины, а также знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения ее. Далее следует проработать рекомендуемую литературу, рассмотрев темы лекционных, практических и лабораторных занятий. Все непонятные вопросы по дисциплине студент может узнать на консультациях.

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

1. Нормы хозяйственно-питьевого водоснабжения, на производственные нужды, для тушения пожаров – 8 ч.
2. Трубы и арматура, применяемая для устройства систем водоснабжения зданий и сооружений, а также оборудование – 8 ч.
3. Принцип расчета внутренних и наружных водопроводных сетей – 4 ч.
4. Трассировка внутреннего водопровода – 4 ч.
5. Совместная работа группы центробежных насосов при их параллельном включении – 2 ч.
6. Совместная работа группы центробежных насосов при их последовательном включении – 2 ч.
7. Основные схемы водопроводных насосных станций – 4 ч.
8. Канализационные насосные станции – 6 ч.
9. Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы – 4 ч.
10. Оборудование внутренней канализации – 8 ч.
11. Конструирование внутренней канализации – 8 ч.
12. Построение продольных профилей – 4 ч.
13. Сооружения для биологической и механической очистки сточных вод – 4 ч.
14. Здания насосных станций – 4 ч.