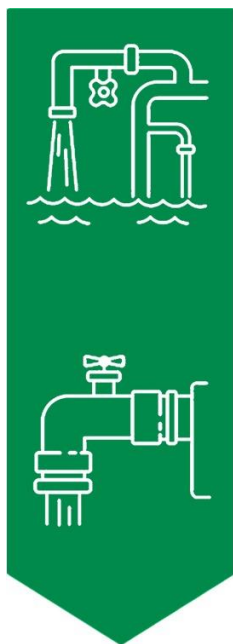


О. Н. ПОПОВ, А. Н. ГРИБКОВ

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В ДВУХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 2



Тамбов

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»

2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

О. Н. ПОПОВ, А. Н. ГРИБКОВ

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В ДВУХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 2

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся на энергетических специальностях,
изучающих дисциплину «Системы водоснабжения и водоотведения»,
очной и заочной форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024

УДК 696.1
ББК 38.761
П58

Рецензенты:

Кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Чистая энергия»
А. В. Михалев

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
Д. М. Мордасов

Попов, О. Н.

П58 Системы водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] :
учебное пособие : в 2-х ч. / О. Н. Попов, А. Н. Грибков. – Тамбов :
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ».

ISBN 978-5-8265-2589-0

Ч. 2. – 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные
требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ;
5,0 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8265-2786-3

Рассмотрены основные сведения о системах водоотведения. Приведены материалы для ознакомления с назначением, условиями и принципами работы, конструкциями, методами расчета и проектирования водоотводящих сетей, насосных станций, очистных сооружений.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий») и рабочей программы дисциплины «Системы водоснабжения и водоотведения».

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся на энергетических специальностях, изучающих дисциплину «Системы водоснабжения и водоотведения», очной и заочной форм обучения.

УДК 696.1
ББК 38.761

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2589-0 (общ.)
ISBN 978-5-8265-2786-3 (ч. 2)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2024

ВВЕДЕНИЕ

Состояние окружающей среды, напрямую или косвенно затрагивающее условия проживания населения, во многом зависит от состояния инженерных коммуникаций систем водоснабжения и водоотведения.

При использовании воды в производственной и хозяйственной деятельности она загрязняется различными веществами в зависимости от технологического процесса, такую воду называют сточной. Сточные воды в результате воздействия (химического, физического, биологического и др.) изменяют свои свойства и могут стать взрывоопасными, токсичными, а также возбудителями различных болезней.

Современные производственные предприятия и населенные пункты оснащены инженерными коммуникациями – водоотводящими системами. Водоотводящая система представляет собой совокупность различных инженерных сооружений (приемники стоков, канализационные колодцы, канализационные насосные станции и др.), опутанных трубопроводами (самотечными и напорными), реализующих очистку, обезвреживание и отведение использованной воды.

Использование современных научных и инженерных достижений позволит интенсифицировать работу систем и сооружений водоотведения, сократить капитальные и эксплуатационные расходы, повысить надежность эксплуатации и экономить материальные и природные ресурсы.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

1.1. СТОЧНЫЕ ВОДЫ И ИХ КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Сточные воды – воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населенных мест и промышленных предприятий системами канализации, отводятся в места их утилизации. К сточным водам относят также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населенных пунктов и промышленных объектов. А вот атмосферные осадки, выпадающие над лесными массивами и стекающие в реки, к сточным водам не относятся. Содержащиеся в сточных водах органические вещества, попадая в значительном количестве в водоемы или скапливаясь в почве, могут быстро гнить и ухудшать санитарное состояние водоемов и атмосферы, способствуя распространению различных заболеваний. Поэтому вопросы очистки обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов.

К основным характеристикам сточных вод принято относить:

- компоненты загрязнений;
- концентрацию загрязнений;
- степень неравномерности образования и поступления.

По происхождению сточные воды могут быть классифицированы на:

- бытовые (хозяйственно-фекальные);
- производственные (промышленные);
- атмосферные.

Бытовые сточные воды образуются в жилых, общественных и административных зданиях, а также в бытовых помещениях промышленных предприятий, которые поступают в водоотводящую сеть от санитарных приборов (умывальников, раковин или моек; ванн, унитазов и трапов).

В бытовых сточных водах содержатся загрязнения минерального и органического происхождения, которые могут находиться в различных состояниях (нерастворенном, растворенном и коллоидном).

Производственные сточные воды – это воды, использованные в технологическом процессе и подлежащие удалению с территории предприятий по причине несоответствия требованиям, предъявляемым к качеству воды для ее повторного использования.

К производственным сточным водам относятся:

- отработавшие технологические растворы;
- кубовые остатки;
- технологические воды;
- промывные воды;

- воды охлаждающих систем;
- шахтные и карьерные воды;
- воды химводоочистки;
- воды от мытья оборудования и производственных помещений;
- воды от очистки и охлаждения газообразных (твердых) отходов.

Состав производственных сточных вод, образующихся на предприятиях разных отраслей промышленности, существенно отличается. В первую очередь это обусловлено составом применяемого сырья, а затем уже технологией его переработки. Для примера ниже приведены характеристики сточных вод некоторых отраслей промышленности.

В сточных водах строительных, камнеобрабатывающих предприятий и производств, связанных с обработкой стекла и полудрагоценных камней, содержатся в основном нерастворимые взвешенные примеси неорганического происхождения.

Стоки, образующиеся при добыче, транспортировке, хранении и переработке нефти, а также в отдельных областях техники, состоят преимущественно из частиц жидкой фазы и нерастворимых минеральных частиц. Кроме того, они содержат ряд растворенных органических и неорганических соединений, а также поверхностно-активирующих загрязнителей, которые часто наблюдаются в сточных водах нефтедобывающей промышленности.

В сточных водах промышленных и гальванических предприятий содержатся значительные количества ионов тяжелых металлов, которые растворяются в воде, и последняя требует предварительной нейтрализации.

В сточных водах целлюлозно-бумажного производства присутствуют твердые и неорганические вещества, а также многочисленные органические частицы волокнистых и растворимых органических соединений, таких как лигнин. Эти вещества трудно биологически нейтрализовать.

Сточные воды перерабатывающих предприятий по переработке мяса, молока и рыбы содержат значительное количество взвешенных и растворенных органических соединений, а также поверхностно-активных веществ, используемых при очистке и дезинфекции технологического оборудования.

Взвешенная фаза присутствует в значительной части стоков предприятий пищевой промышленности, куда входят конечные и промежуточные продукты переработки, а также поверхностно-активные вещества, которые используются в моющих средствах и моющем сырье.

В целом сточные воды, образующиеся на предприятиях аналогичного профиля, обладают сопоставимыми характеристиками, поэтому при выборе химических реагентов для очистки сточных вод аналогичных производственных процессов необходим предварительный опыт их использования.

Атмосферные сточные воды образуются в процессе выпадения осадков (таяния снега) на территориях жилых районов населенных пунктов, промышленных предприятий. Часто атмосферные сточные воды называют дождевыми или ливневыми в связи с тем, что в большинстве случаев максимальный (расчетный) сброс образуется в результате выпадения дождей. Дождевая вода содержит большое количество нерастворенных минеральных и органических веществ.

Сточные воды содержат различные загрязняющие вещества в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые, поэтому при сбросе их в открытые водоемы требуется обязательно осуществлять очистку.

1.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВОДООТВОДЯЩИХ СИСТЕМ

Схемы водоотведения разрабатываются на генплане с указанием зданий и сооружений (проектируемых, существующих, реконструируемых), автомобильных и железнодорожных дорог, объектов озеленения и благоустройства.

В состав системы водоотведения входят следующие элементы:

- внутренние сети;
- наружные сети;
- аварийно-регулирующие резервуары;
- специальные сооружения;
- канализационные насосные станции;
- напорные трубопроводы;
- станции очистки;
- аварийные выпуски.

Схема внутренней системы водоотведения хозяйственно-бытовых стоков жилого дома (рис. 1.1) состоит из санитарных приборов 1 (приемников сточных вод), внутренней водоотводящей сети, которая включает водоотводящие линии 3, стояки 4 и выпуски 5 из здания.

Для обеспечения самотечного отвода воды трубопроводы прокладываются с уклоном к стоякам.

Выпуск – это узел, соединяющий вертикальный стояк с горизонтальной наружной линией. Он представляет собой сборную часть, составленную из нескольких фитингов для максимально плавного изгиба трубы. Верхняя часть выпуска соединяется со стояком, нижняя – с подземным трубопроводом наружного участка системы. Он, как и отводные линии, прокладывается с уклонами.

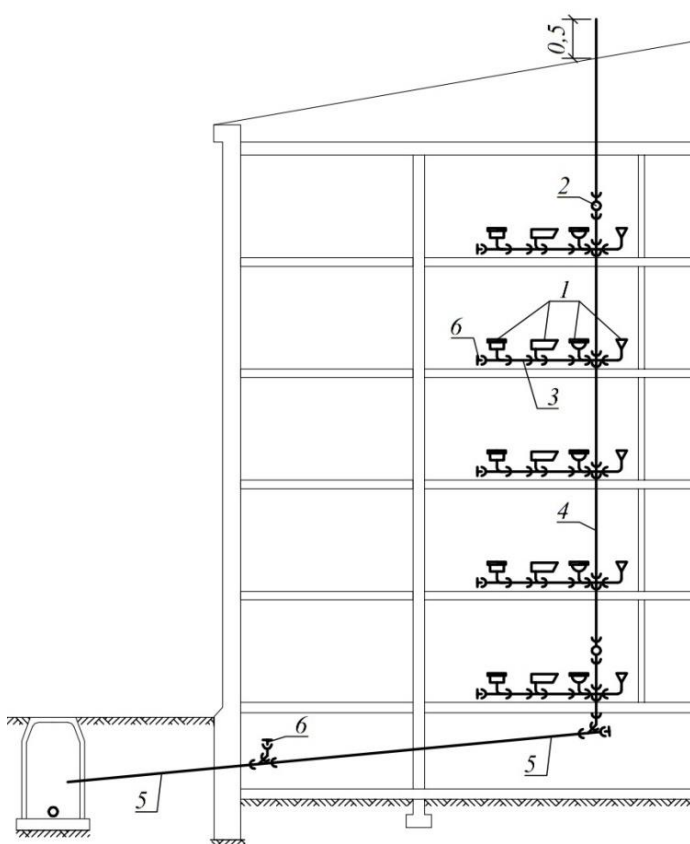


Рис. 1.1. Схема внутренней водоотводящей системы:
 1 – санитарные приборы; 2 – ревизия; 3 – отводные линии;
 4 – стояк; 5 – выпуски; 6 – заглушки

Внутренняя система водоотведения рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить частичное заполнение трубопроводов водой даже в случае наибольшего расхода. При нормальном режиме работы через стояки выводятся газы. Для предотвращения попадания газов в помещение под сантехническими приборами устанавливаются гидравлические затворы. Прочистка и проверка труб производится с помощью ревизий и прочисток.

Для отвода сточной воды из здания промышленных предприятий создается внутренняя система водоотведения. Для отведения больших расходов используют подпольные лотки, расположенные на первом этаже.

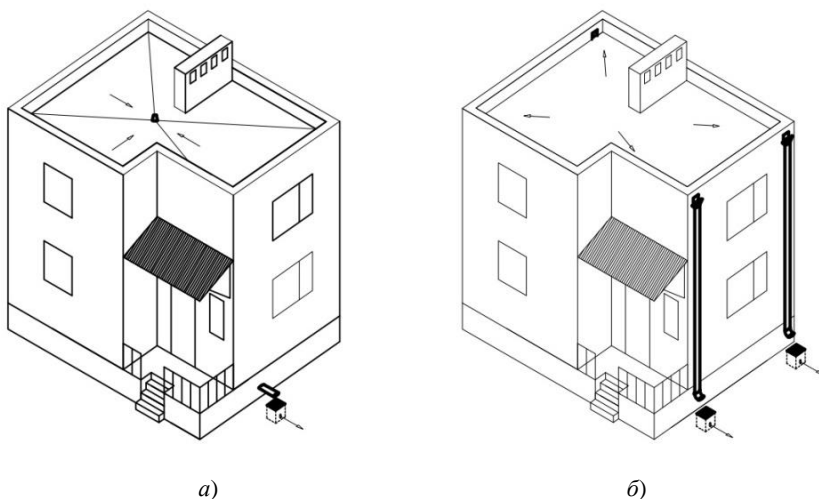


Рис. 1.2. Схемы внутренних водостоков жилого дома:
a – с плоской крышей; *б* – со скатной крышей

На рисунке 1.2 представлена схема внутренней водоотводной сети, которая предназначена для сбора дождевой воды. Крыши здания выполняются в соответствии с требованиями по сбору и отводу воды из водостока к месту приемки. Сеть труб выполняется внутри здания, если крыша имеет плоскую (рис. 1.2, *a*) или сложные конфигурации.

Для сбора воды с кровли, поступающей во внутреннюю систему, на крышах зданий устанавливаются водосточные воронки. Отвод воды из зданий может осуществляться во внутриквартальную систему водоотведения или на поверхность земли.

Внутриквартальная система водоотведения представляет собой сеть подземных трубопроводов и колодцев (рис. 1.3), которые прокладываются вдоль зданий в направлении, совпадающем с уклоном поверхности земли. На участке от внутриквартальной до уличной сети, в пределах квартала, на расстоянии 1,0...1,5 м от границы квартала располагается контрольный колодец.

Аналогичные сети, создаваемые на производственных предприятиях, называются внутривозводскими или внутриплощадочными.

Наружная водоотводящая сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, уложенных с уклоном в направлении движения воды. Она рассчитывается на самотечное (безнапорное) движение жидкости с частичным или полным заполнением труб при расчетных условиях. В целях уменьшения глубины заложения трубопроводы должны трассироваться в направлении, совпадающем с уклоном поверхности земли.

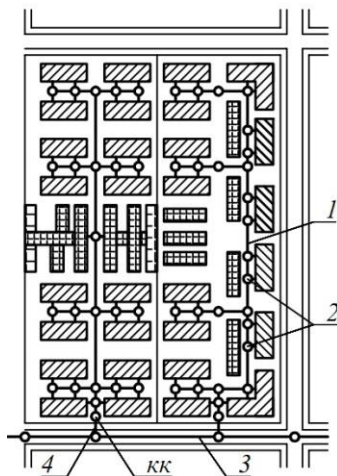


Рис. 1.3. Внутриквартальная водоотводящая сеть:

1 – трубопровод; 2 – колодцы смотровые; 3 – уличная сеть;

4 – соединительная ветвь; кк – колодец контрольный

Для осмотра трубопроводов, выполнения профилактических и ремонтных работ на водоотводящей сети предусматриваются смотровые колодцы и камеры.

Во время сильных дождей уровень загрязнения переносимых сточных вод снижается, что позволяет их частично сбрасывать в водоемы без предварительной очистки. Для этого создаются специальные сооружения – ливнеспуски.

Аварийно-регулирующие резервуары представляют собой специальные емкости, предназначенные для накопления сточных вод в периоды наивысшего притока.

Для поднятия и перекачки воды от одного или нескольких зданий используются местные насосные станции. Районные насосные станции применяются для перекачки сточных вод от определенной части или всего водоотводного бассейна. Главные насосные станции перекачивают сточные воды на станцию очистки сточных вод от части или всех объектов, обслуживаемых ими.

Очистные станции представляют собой комплекс сооружений для очистки сточных вод и обработки осадков. Удаление загрязнений из сточной воды осуществляется с помощью механических, биохимических и физико-химических процессов очистки.

Сооружения водоотведения, расположенные за пределами производственного предприятия, называются внеплощадочными.

1.3. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ГОРОДОВ

Система водоотведения – это комплекс инженерных сооружений для объединения (разъединения) потоков сточных вод различного происхождения.

В зависимости от способа удаления сточных вод с территорий населенных пунктов системы водоотведения подразделяются на:

- общесплавные;
- раздельные (полные и неполные);
- полураздельные.

Общесплавная система водоотведения является универсальным решением для отвода сточных вод различных видов. Ее особенность заключается в использовании единой сети для отвода стоков со всех объектов.

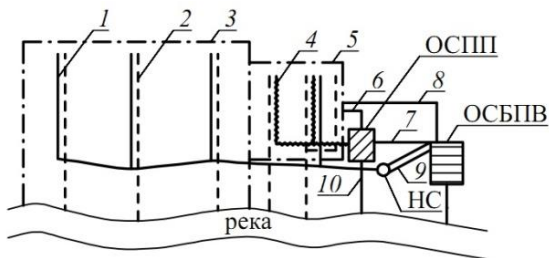
Одним из достоинств общесплавной системы является ее компактность, что приводит к сокращению строительства большого количества смотровых колодцев и земляных работ. Однако, недостатком такой системы является необходимость в значительных затратах на строительство сети большого сечения, установку мощных насосных станций и очистных сооружений.

В отличие от общесплавной системы, **полная раздельная система** (рис. 1.4, *а*) водоотведения предусматривает несколько отдельных сетей для различных видов сточных вод.

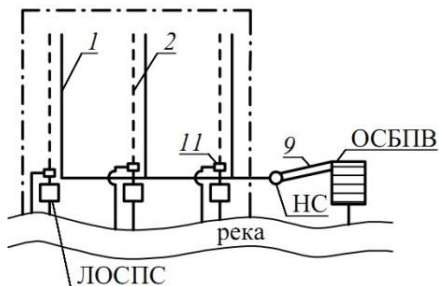
Полная раздельная система водоотведения более сложна в плане инфраструктуры, но она позволяет лучше контролировать и обрабатывать сточные воды различного происхождения. В то же время общесплавная система является более простым решением, но требует дополнительных мер для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду.

При полной раздельной системе водоотведения очистка поверхностного стока может быть реализована дифференцированно с созданием локальных очистных сооружений на дождевой сети (рис. 1.4, *б*) или созданием централизованных очистных сооружений за пределами обслуживаемого объекта (рис. 1.4, *в*).

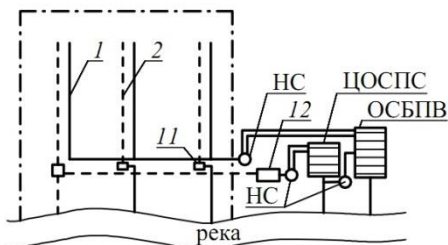
Неполная раздельная система представляет собой единую дренажную сеть, состоящую из подземных труб и каналов, предназначенную для сброса стоков бытовых и промышленных сточных вод на городские очистные сооружения. Отвод и утилизация дождевой воды в водоеме без очистки производится через открытые лотки и водостоки. В основном данная система применяется для небольших объектов.



а)



б)



в)

Рис. 1.4. Схемы полной раздельной системы водоотведения:

а – без очистки поверхностного стока; *б* – с очисткой на локальных очистных сооружениях; *в* – с очисткой на централизованных очистных сооружениях;

ОСПП – очистные сооружения промышленного предприятия;

ОСБПВ – очистные сооружения бытовых и производственных вод;

ЛОСПС – локальные очистные сооружения поверхностного стока;

ЦОСПС – централизованные очистные сооружения поверхностного стока;

НС – насосная станция; 1 – бытовая сеть; 2 – ливневая сеть; 3 – граница города;

4 – производственная сеть; 5 – граница предприятия; 6 – возврат воды на производство после очистки; 7 – подача воды для доочистки на очистные сооружения города; 8 – подача очищенных вод на предприятие;

9 – напорные трубопроводы; 10 – выпуск очищенных производственных

сточных вод; 11 – разделительные камеры; 12 – регулирующий резервуар

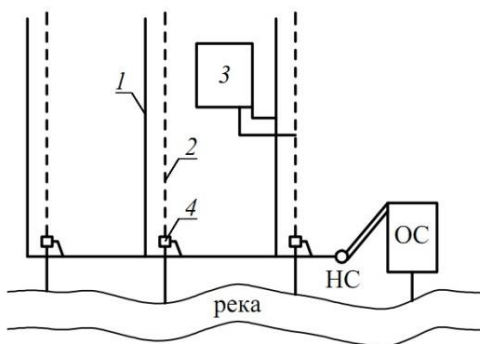


Рис. 1.5. Схема полураздельной системы водоотведения:
 1 – производственно-бытовая сеть; 2 – ливневая сеть;
 3 – промышленное предприятие; 4 – разделительные камеры

В **полураздельной водоотводной системе** имеются две дренажные сети – хозяйственно-бытовая и дождевая (рис. 1.5) на пересечениях этих сетей установлены разделительные камеры. При малых расходах воды в дождевой сети камеры перепускают весь расход дождевых вод в главный общесплавной коллектор, а при больших – наиболее загрязненную часть воды перепускают в производственно-бытовую сеть.

К преимуществам раздельной системы относится поэтапное строительство коллекторов наружной водоотводящей и дождевой сетей.

К недостаткам частично распределенной системы относится нестабильная работа главного коллектора с отдельными камерами в период дождей.

В последние годы значительно повысились требования к охране водоемов от загрязнений. Обеспечить такие требования без рационального использования и очистки производственных и поверхностных стоков (дождевых вод) невозможно.

При разработке системы водоотведения городов и промышленных предприятий необходимо учитывать:

- возможность сокращения объемов загрязненных сточных вод за счет устройства замкнутых систем;
- возможность последовательного использования воды в различных технологических процессах с нормативными требованиями к ее качеству;
- необходимость очистки наиболее загрязненной части поверхностного стока, образующегося в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий в количестве 70% годового стока для селитебных территорий и всего объема стока для площадок предприятий, имеющих выбросы токсичных органических веществ.

1.4. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

При выборе дренажной системы промышленного предприятия следует учитывать следующие возможности:

- комбинированная очистка различных видов стоков;
- повторное использование стоков;
- сбор и последующее использование загрязняющих веществ;
- использование сточных вод для орошения сельскохозяйственных и промышленных предприятий.

Системы водоотведения производственных предприятий подразделяются на общесплавные и раздельные.

Для малых промышленных предприятий рекомендуется применять **общесплавную дренажную систему** (рис. 1.6, а) в случае, если промышленные сточные воды близки по составу к хозяйственно-бытовым сточным водам и возможно попадание в дождевую воду примесей, характерных для промышленных вод.

Раздельные дренажные системы могут иметь несколько дренажных сетей для отвода производственных сточных вод отдельных цехов. Такие сети называются производственными сетями. Сеть, предназначенная для совместного стока промышленных и дождевых вод, называется индустриально-дождевой. Различные возможные дренажные системы показаны на рис. 1.6.

Раздельную дренажную систему с местными очистными сооружениями (рис. 1.6, б) хорошо использовать для разных видов бытовых и промышленных загрязнений воды. Для очистки воды от них рекомендуется устанавливать локальные очистные сооружения.

Рекомендуется применять раздельную дренажную систему с частичной циркуляцией технической воды (рис. 1.6, в), если есть возможность вторичного использования промышленных сточных вод.

Для полной циркуляции технической воды рекомендуется использовать отдельную систему (рис. 1.6, г) при наличии поступления сточных вод производства и небольшого поступления воды в реку.

Водоотводные системы различаются для полноценной циркуляции воды на производстве (рис. 1.6, д), а все грязные воды (рис. 1.6, е) их хорошо использовать при недостатке воды в реке для целей водообеспечения.

При оценке эффективности систем водоотведения промышленных предприятий необходимо учитывать:

- коэффициенты использования оборотной воды

$$K_{об} = \frac{q_{об}}{q_{об} + q_{св}} ;$$

– коэффициенты использования свежей воды

$$K_{св} = \frac{q_{св} + q_{сб}}{q_{св}},$$

где $q_{об}$ – расход оборотной воды, м³/ч; $q_{св}$ – расход свежей воды, м³/ч; $q_{об} + q_{св}$ – общее количество расходуемой воды, м³/ч; $q_{сб}$ – расход сточных вод, м³/ч.

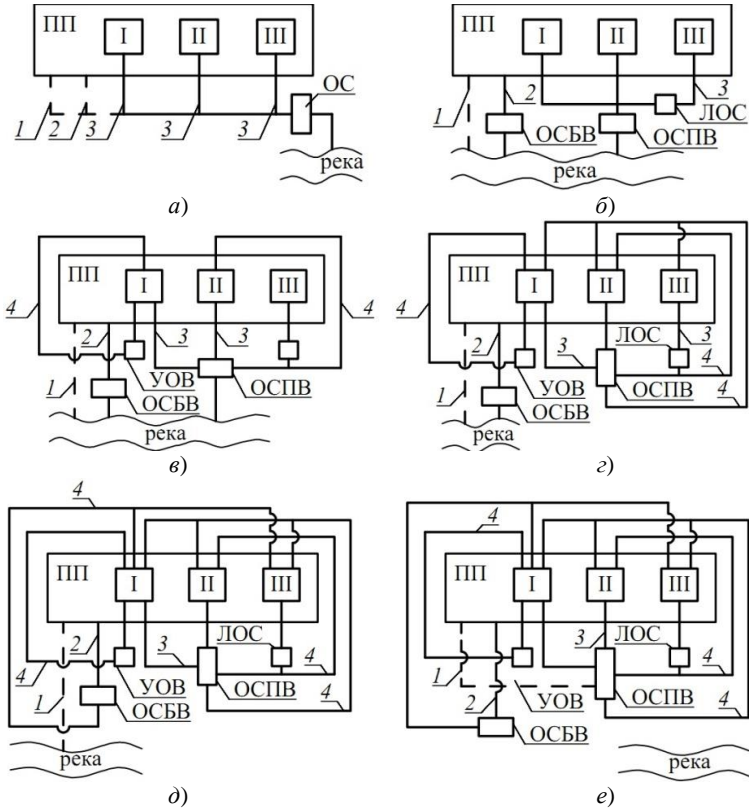


Рис. 1.6. Системы водоотведения промышленных предприятий:

а – обесплавающая система; *б* – раздельная система; *в* – система с частичным оборотом производственных вод; *г* – система с полным оборотом производственных вод; *д* – система с полным оборотом производственных и бытовых вод; *е* – система с полным оборотом всех сточных вод;

I, II, III – цеха промышленных предприятий; ЛОС – локальные очистные сооружения; ОСПВ – очистные сооружения производственных вод; ОСБВ – очистные сооружения бытовых вод; УОВ – установка охлаждения воды; 1 и 2 – дождевые и бытовые сточные воды; 3 – производственные воды от отдельных цехов; 4 – возврат воды в производство

1.5. ВНУТРЕННИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Проектирование внутренней системы водоотведения хозяйственно-бытовых стоков зданий и сооружений осуществляется в соответствии с требованиями СП 30.13330, предъявляемыми к конкретным зданиям и промышленным предприятиям с учетом их технологических процессов. В проектах внутренних систем водоотведения должны быть соблюдены следующие требования:

- обеспечение минимального содержания загрязнений в сточных водах;
- максимальное снижение шума;
- обеспечение непрерывности технологических процессов;
- сокращение количества сточных вод.

При отводе сточных вод следует предусматривать меры по предотвращению проникания выделяющихся газов в помещения. Не допускается смешивание сточных вод, при котором происходят химические реакции с выделением вредных газов (сероводорода и др.).

1.5.1. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.5.1.1. Производственные здания

В производственных зданиях уборные, умывальные и душевые размещают в бытовых помещениях. Санитарно-бытовые помещения для работающих, занятых непосредственно на производстве, должны проектироваться с учетом групп производственных процессов согласно табл. 1.1.

Душевые. Число душевых сеток следует принимать по числу работающих в наиболее многочисленной смене. Перечень профессий с отношением их к группам производственных процессов утверждается министерствами и ведомствами по согласованию с Министерством здравоохранения и социального развития и комитетами профсоюзов.

Расчетная продолжительность работы душевых составляет 45 мин после каждой смены.

Размеры между осями перегородок душевых кабин должны быть: открытых – 0,9×0,9 м, закрытых – 1,8×0,9 м.

Уклон пола в душевых помещениях в сторону лотка или трапа принимается равным 0,01...0,02.

Уборные в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях должны быть на каждом этаже.

При численности работающих на двух смежных этажах 30 чел. или менее уборные следует размещать на этаже с наибольшей численностью.

1.1. Группы производственных процессов

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное число человек	
		на одну душевую сетку	на один кран
1	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 3-го и 4-го классов опасности:		
1а	– только рук	25	7
1б	– тела и спецодежды	15	10
1в	– тела и спецодежды, удаляемое с применением специальных моющих средств	5	20
2	Процессы, протекающие при избытках явной теплоты или неблагоприятных метеорологических условиях:		
2а	– при избытках явной конвекционной теплоты	7	20
2б	– при избытках явной лучистой теплоты	3	20
2в	– связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды	5	20
2г	– при температуре воздуха до 10 °С, включая работы на открытом воздухе	5	20
3	Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1–2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:		
3а	– только рук	7	10
3б	– тела и спецодежды	3	10
4	Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов	

При численности работающих на трех этажах менее 10 чел. допускается предусматривать одну уборную на три этажа.

Умывальные размещают смежно с гардеробными рабочей одежды. Умывальники могут быть одиночными или групповыми. Групповые умывальники применяют на производствах, где мытье тела не требуется.

Число кранов в умывальных следует принимать по числу работающих в максимальной смене исходя из расчетного числа человек на один кран.

1.5.1.2. Жилые и общественные здания

Существуют различные варианты расположения ванной и туалета. Они могут быть совмещены или расположены в различных помещениях (рис. 1.7).

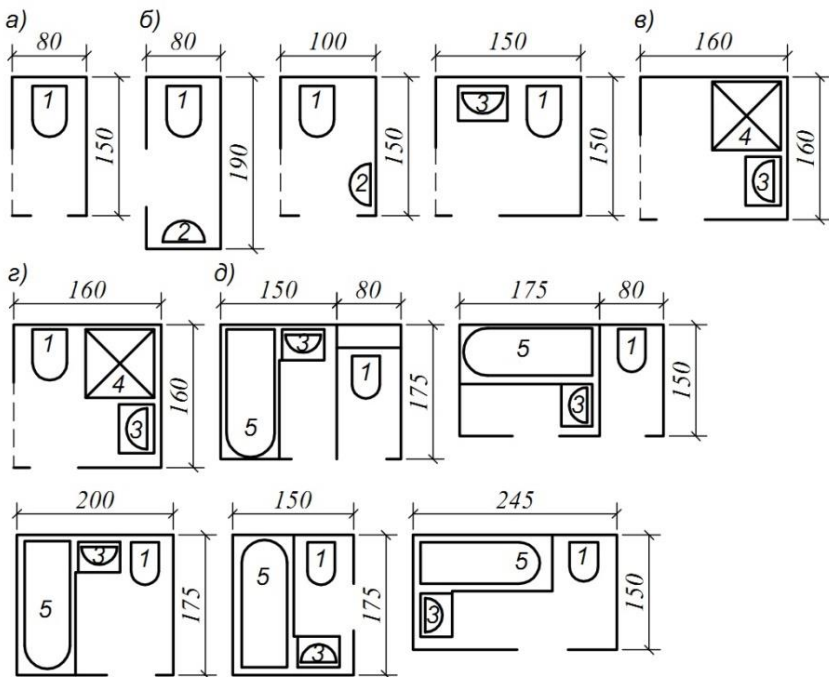


Рис. 1.7. Варианты эскизов планировки санузла:

- а* – санузлы Тип 8СК; *б* – санузлы Тип 7СК; *в* – душевая комната и туалет;
- г* – совмещенный санитарный узел Тип 6СК; *д* – совмещенный санитарный узел Тип 1 СК, Тип 2СК, Тип 3СК; *1* – унитаз; *2* – раковина;
- 3* – умывальник; *4* – душевой поддон; *5* – ванна

Санитарные узлы в жилых, общественных и административных зданиях, как правило, располагают друг под другом. Санитарные узлы нельзя размещать над:

- жилыми комнатами;
- кухнями;
- больничными палатами;
- лечебными кабинетами;
- обеденными и торговыми залами;
- складами пищевых продуктов и ценных товаров;
- аудиториями;
- приточными вентиляционными кранами и трансформаторными.

В общежитиях и гостиницах общие уборные и умывальные необходимо размещать на каждом этаже в отдельных помещениях с самостоятельными входами из общих коридоров.

При совмещенной уборной с умывальной, в которой не более двух умывальников, предусматривают шлюзы. В крупнопанельном строительстве применяют унифицированные санитарно-технические кабины (совмещенные, раздельные и без ванн), изготавливаемые на заводах и доставляемые на площадку в готовом виде. Стояки размещают с внешней стороны кабин, что обеспечивает поэтажное соединение их без захода в кабины.

Санитарные приборы следует располагать в отапливаемых и вентилируемых помещениях с естественным или искусственным освещением. Мойки, устанавливаемые в кухнях, столовых и буфетах, должны иметь между выпуском и сифоном (гидравлическим затвором) воздушный разрыв не менее 20 мм.

1.5.2. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

Приемники сточных вод – это санитарные приборы, которые служат для непосредственного приема вод в системах внутренней канализации зданий. Приемники сточных вод изготавливают из прочного водонепроницаемого материала, не поддающегося химическому воздействию сточных вод. Поверхность приборов для удобства промывки должна быть гладкой (без шероховатостей) и иметь закругленную форму.

Приемники сточных вод подразделяются следующим образом:

- приемники для бытовых сточных вод (рис. 1.8);
- приемники для производственных сточных вод (рис. 1.9);
- приемники для атмосферных вод (рис. 1.10);
- приемники специального назначения (рис. 1.11).

Основные требования, которые предъявляются к санитарным приборам всех видов, это удобство и простота прочистки их приемных отверстий, а также полная промывка их рабочей поверхности.

Для приема и отведения в канализационную сеть сточных вод с поверхности пола в производственных, общественных и жилых зданиях устанавливают специальное изделие, называемое трапом.



Рис. 1.8. Приемники бытовых сточных вод



Рис. 1.9. Приемники производственных сточных вод

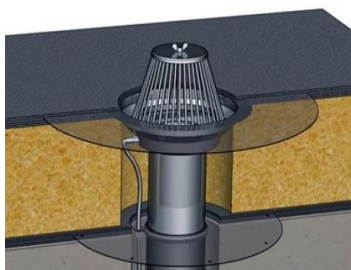


Рис. 1.10. Приемники атмосферных вод



Рис. 1.11. Приемники специального назначения

Основными составляющими, входящими в комплектацию трапа, являются: корпус, решетка, стакан (для вертикальных трапов), пробка (для трапов с прямым и косым отводами).

Трапы следует устанавливать:

- диаметром 50 мм – в душевых на один-два душа, диаметром 100 мм – на три-четыре душа;
- диаметром 50 мм – в полу общественных туалетов при номерах гостиниц, санаториев, кемпингов, турбаз, в общественных туалетах с тремя и более унитазами и писсуарами;
- в общественных умывальных – с пятью умывальниками и более;
- диаметром 100 мм – в мусорокамерах жилых зданий;
- в производственных помещениях – при необходимости мокрой уборки полов или для производственных целей;
- в помещениях личной гигиены женщин.

В выпусках от всех приемников (кроме унитазов) имеются решетки для задержания твердых загрязнений, которые могут вызвать засорение трубопроводов.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

2.1. ТРУБОПРОВОДЫ

Форма сечения труб и коллекторов (рис. 2.1), систем водоотведения выбирается, опираясь на требования гидравлического, технологического и строительного характера.

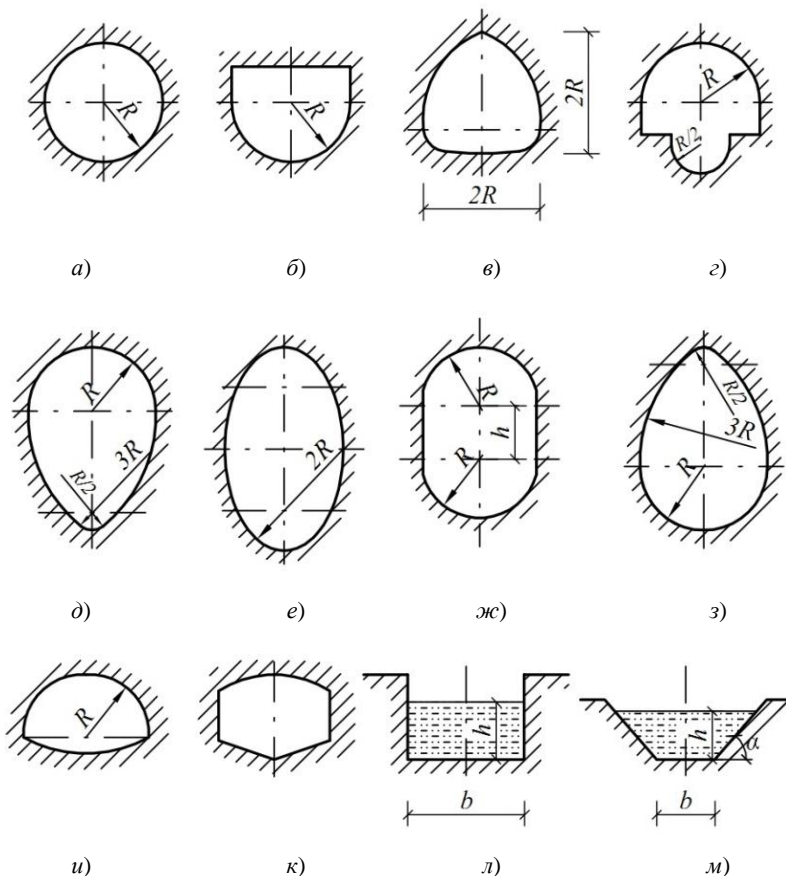


Рис. 2.1. Формы сечения водоотводящих труб:

a – круглое; *б* – полукруглое; *в* – шатровое; *г* – банкетное; *д* – яйцевидное; *е* – эллиптическое; *ж* – полукруглое с прямыми вставками; *з* – яйцевидное перевернутое; *и* – лотковое; *к* – пятиугольное; *л* – прямоугольное; *м* – трапецидальное; *R* – гидравлический радиус, м; *h* – степень наполнения, м; *b* – ширина, м

Круглый трубопровод имеет наиболее выгодную форму, обладает большей пропускной способностью и удовлетворяет требованиям индустриализации строительства.

Сжатые формы сечений (рис. 2.1, б, и, κ) обеспечивают меньшее их заглубление и применяются при незначительных колебаниях расходов сточных вод.

Коллекторы, имеющие вытянутые формы сечений (рис. 2.1, д, е, ж, з), целесообразно применять при больших колебаниях расходов, так как практически при любом наполнении обеспечивается оптимальное соотношение глубины и ширины водного потока.

Для отвода сточных вод со значительными колебаниями расходов применяются коллекторы, имеющие банкетное сечение (рис. 2.1, з).

За пределами городов и населенных пунктов возможно применение незамкнутых сечений (без перекрытий) трапециевидных и прямоугольных форм каналов (рис. 2.1, л, м).

Трапециевидное сечение является гидравлически наивыгоднейшим при соотношении

$$\frac{b}{h} = 2 \left(\sqrt{1+m^2} - m \right),$$

где $m = \operatorname{ctg} \alpha$.

Гидравлические характеристики потока сточных вод:

- расход, $\text{м}^3/\text{с}$;
- средняя скорость потока, $\text{м}/\text{с}$;
- живое сечение потока, м^2 ;
- смоченный периметр, м ;
- гидравлический радиус, м , равный отношению живого сечения потока к смоченному периметру.

Гидравлический радиус круглой трубы при полном ее заполнении равен $0,25d$, а максимального значения он достигает при высоте слоя стоков $h = 0,813d$.

Показатели трубопровода:

- уклон i , $\text{см}/\text{м}$;
- коэффициент шероховатости Δ , м ;
- степень наполнения h/d .

На рисунке 2.2 построена зависимость скорости движения воды и расхода в круглой трубе от степени ее наполнения. Из зависимости видно, что максимальная скорость потока наблюдается при наполнении, равном $0,813$, а максимальная пропускная способность трубы – при наполнении $0,95$.

Для городских водоотводящих сетей в зависимости от диаметра трубопровода рекомендуется $h = 0,5d \dots 0,8d$. Для водосточков рекомендуется принимать $h = 0,95d \dots 1,0d$.

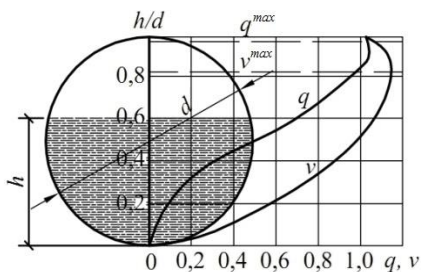


Рис. 2.2. Зависимость q и v от степени наполнения трубопровода h/d

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ

Расходы сточных вод, поступающих в систему водоотведения, определяются отдельно для промышленных предприятий и населенных пунктов.

Для стояков системы внутреннего водоотведения максимальный расчетный расход стоков определяется как сумма общего максимального расчетного расхода стоков и максимального секундного расхода от прибора с максимальным водоотведением, выбираемым по таблице прил. А.

Среднее суточное количество сточной воды, отводимой от одного жителя, называемое нормой водоотведения или удельным водоотведением $q_{ж}$, л/сут на 1 чел., установлено на основании опыта работы действующих систем водоотведения (табл. 2.1). Удельное водоотведение на промышленных предприятиях зависит от вида выпускаемой продукции, а также учитывает расходы бытовых стоков.

2.1. Нормы водоотведения бытовых сточных вод для районов жилой застройки

Степень благоустройства районов жилой застройки	Водоотведение на одного жителя, л/сут
Здания без внутреннего водопровода и канализации	25
Здания с внутренним водопроводом и канализацией без ванн	125...160
То же, с ваннами, оборудованными местными водонагревателями	160...230
То же, с централизованным горячим водоснабжением	230...350

Канализационную сеть рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода

$$q_c^{\max} = \frac{N q_{\text{ж}}}{86400} K_{\text{общ}},$$

где N – количество людей; $q_{\text{ж}}$ – норма водоотведения бытовых вод; $K_{\text{общ}}$ – общий коэффициент неравномерности водоотведения бытовых сточных вод.

Средний секундный расход

$$q_c^{\text{ср}} = \frac{N q_{\text{ж}}}{86400}.$$

При расчете канализационных сетей удобно вычислять расходы, используя понятие модуля стока, л/(с·га):

$$q_0 = \frac{\rho q_{\text{ж}}}{86400},$$

где ρ – плотность населения на 1 га, тогда

$$q_c^{\max} = q_0 F K_{\text{общ}},$$

где F – площадь кварталов в жилой зоне канализуемой территории.

Максимальный секундный расход для производственных стоков

$$q_c^{\max} = \frac{q_{\text{пр}} \Pi_{\text{см}}}{3600T} K_{\text{ч}},$$

где $q_{\text{пр}}$ – норма водоотведения на единицу продукции, м; $\Pi_{\text{см}}$ – количество продукции в смену с максимальной выработкой продолжительностью T , ч; $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности водоотведения производственных сточных вод.

Расчетный расход сточных вод на участке канализационной сети

$$q_p = q_{\text{тр}} + q_{\text{поп}} + q_c,$$

где $q_{\text{тр}}$ – транзитный расход воды, поступающий в расчетный участок сети из боковой сети; $q_{\text{поп}}$ – попутный расход, поступающий в расчетный участок сети от зданий прилегающего квартала; q_c – сосредоточенный расход от промышленного предприятия.

Для систематизации расчетов составляют таблицу расчетных расходов (табл. 2.2).

2.2. Расчетные расходы на участках водоотводящей сети

№ расчетных участков	Номера участков сети для определения средних расходов			Средние расходы, л/с				Коэффициент общей неравномерности	Расчетные расходы, л/с					
	путевые	боковые	транзитные	путевые	боковые	транзитные	общие		с микрорайона	сосредоточенные				суммарные
										собственные	боковые	транзитные	общие	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

2.3. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Цель гидравлического расчета – определить диаметры трубопроводов и потери напора на каждом участке сети. Гидравлический расчет канализационных сетей основывается на формулах равномерного движения жидкости:

$$Q = f v ;$$

$$I = \frac{\lambda}{4R} \frac{v^2}{2g},$$

где f – площадь сечения потока, м²; v – средняя скорость движения сточных вод, м/с; I – гидравлический уклон; R – гидравлический радиус, м; g – ускорение силы тяжести, м/с²; λ – коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -21g \left(\frac{\Delta_s}{13,68R} + \frac{a_2}{\text{Re}} \right),$$

где Δ_s – шероховатость, см; a_2 – безразмерный коэффициент; Re – число Рейнольдса.

В квадратичной зоне турбулентного режима движения

$$v = c\sqrt{RI};$$

$$c = \frac{i}{n} R^y,$$

где c – коэффициент Шези; n – коэффициент шероховатости; y – коэффициент, определенный формулой акад. Н. Н. Павловского

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1).$$

При расчете сети используются следующие допущения [17]:

1. Движение сточной жидкости в трубах равномерное ($i = I$).
2. Расчетный расход стоков на участке остается неизменным.
3. Местные потери в трубах диаметром до 500 мм не учитываются.

При расчете бытовых сетей канализации необходимо учитывать следующие требования:

1. Выбранные диаметры и уклоны труб должны обеспечивать отведение расчетных расходов сточных вод с допустимыми значениями скоростей и наполнения:

$$v_{\max} \geq v \geq v_{\min};$$

$$\frac{h}{D} \leq \left(\frac{h}{D} \right)_{\text{доп}}.$$

Расчетные наполнения в трубопроводах бытовой канализации рекомендуется принимать в зависимости от диаметра труб (табл. 2.3).

Существует три вида скоростей:

- 1) минимальная (табл. 2.5), гарантирует невыпадение взвеси в осадок;
- 2) максимальная;
- 3) расчетная, определяется в зависимости от расчетного расхода.

Минимальные диаметры трубопроводов сетей уличной канализации принимаются в зависимости от системы канализации (табл. 2.4).

2.3. Расчетные наполнения в трубопроводах бытовой канализации

d , мм	150...300	350...450	500...900	> 900
h/d	0,6	0,7	0,75	0,8

2.4. Минимальные диаметры трубопроводов сетей уличной канализации

Полная раздельная система	Общесплавная система	Хозяйственно-бытовая система	Дождевая система
d , мм	200	250	250

2.5. Значения минимальной скорости

d , мм	150...250	300...400	450...500	600...800	900...1200	1300...1500	>1500
V_{\min} , м/с	0,7	0,8	0,9	1,0	1,15	1,3	1,5

Наибольшую расчетную скорость движения сточных вод следует принимать 8 м/с – для металлических труб и 4 м/с – для неметаллических.

2. Уклоны определяются с учетом рельефа местности.

Наименьшие уклоны труб бытовой канализации принимают для труб диаметром 150 мм – 0,08, 200 мм – 0,005, а для труб диаметром более 200 мм определяются по формуле

$$I_{\min} = \frac{1}{D},$$

где D – диаметр трубы, мм.

На основании результатов расчета определяется глубина заложения каждого участка в начале и в его конце.

При определении глубины заложения первого колодца необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- 1) возможность подключения отводов из прилегающих кварталов к сети;
- 2) освобождение сети от промерзания;
- 3) предотвращение разрушения трубы от действия постоянных (временных) нагрузок.

Данные требования применяются при определении минимальной глубины заложения любой точки сети.

Глубина заложения первого колодца

$$H_1 = h_n + i(L+l) + \Delta + Z_k - Z_n,$$

где h_n – глубина заложения колодца на выпуске из здания, м; i – уклон сети; L – длина сети от колодца на выпуске до контрольного колодца, м; l – длина соединительной ветки, м; Δ – перепад между лотками труб соединительной ветки и уличного коллектора, м; Z_k – отметка земли у колодца, м; Z_n – отметка земли у колодца на выпуске, м.

Если в квартале (микрорайоне) все здания не оборудованы сантехническими приборами, установленными в подвале, то наиболее неблагоприятное расположение будем иметь самое удаленное здание, тогда

$$h_n = h_m \geq 0,7 + D_b,$$

где h_m – глубина промерзания грунта, м; D_b – диаметр выпуска из здания, м.

Для систематизации расчетов составляют таблицу гидравлического расчета (табл. 2.6).

Рассмотрим последовательность заполнения табл. 2.6.

Столбцы 1, 3, 10, 11 заполняются в соответствии с генеральным планом объекта и схемой трассировки канализационной сети. Столбец 2 заполняется на основе вычисленных расчетных расходов из табл. 2.2.

Столбцы 4, 6, 7 и 9 заполняются в зависимости от величины расчетного расхода (столбец 2) с учетом требований из таблицы [4, 16]. Для начальных участков сети следует учитывать, что минимально допустимый диаметр трубы уличной сети хозяйственно-бытовой канализации равен 200 мм.

Если уклон местности на начальном участке сети значительно больше минимального уклона I_{\min} для трубы, то в столбец 4 следует записать уклон, равный уклону местности:

$$i_m = - \frac{\nabla_1^3 - \nabla_2^3}{l_{1-2}}.$$

После выбора диаметра трубы и определения уклона заполняются столбцы 5 и 8. Столбец 5 содержит падение уклона трубопровода на участке

$$H_{1-2} = I_{1-2} l_{1-2}.$$

2.6. Гидравлический расчет водоотводящей системы

№ участка	Расчетный расход, л/с	Длина l , м	Уклон i	Падение H , м	Диаметр D , мм	Заполнение		Скорость v , м/с	Отметки, м						Глубина заложения		
						$\frac{h}{D}$	h , м		поверхности земли		поверхности воды		лотка		в начале	в конце	
									н	к	н	к	н	к			
						1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11

Столбец 8 содержит глубину потока воды в трубопроводе

$$h_{1-2} = \left(\frac{h}{D} \right)_{1-2} D_{1-2}.$$

Затем, в столбец 16 записывается величина начальной глубины заложения лотка трубы в первой точке.

Чтобы заполнить оставшиеся столбцы таблицы, следуют следующей последовательности:

1. Относительно поверхности земли находят отметку лотка трубы в начале участка (столбец 14)

$$\nabla_1^{\text{л}} = \nabla_1^3 - H_1,$$

где ∇_1^3 – отметка поверхности земли в начале участка; H_1 – глубина заложения лотка трубы в начале участка.

2. Отметка поверхности воды в начале участка (столбец 12)

$$\Delta_1^{\text{в}} = \nabla_1^{\text{л}} + h_{1-2},$$

где $\nabla_1^{\text{л}}$ – отметка лотка трубы в начале участка; h_{1-2} – величина наполнения трубы в начале участка.

3. Отметка лотка трубы в конце участка (столбец 15)

$$\Delta_2^{\text{л}} = \Delta_1^{\text{л}} - H_{1-2},$$

где $\nabla_1^{\text{л}}$ – отметка лотка трубы в начале участка; H_{1-2} – величина падения уклона трубопровода.

4. Отметка поверхности воды в конце участка (столбец 13)

$$\Delta_2^{\text{в}} = \Delta_1^{\text{в}} - H_{1-2},$$

где $\Delta_1^{\text{в}}$ – отметка поверхности воды в начале участка; H_{1-2} – величина падения уклона трубопровода.

5. Глубина заложения лотка трубы в конце участка

$$H_2 = \Delta_2^3 - \Delta_2^{\text{л}},$$

где Δ_2^3 – отметка поверхности земли в конце участка; $\Delta_2^{\text{л}}$ – отметка лотка трубы в конце участка.

На этом заполнение первой строки табл. 2.6 заканчивается.

Далее заполняют столбцы 1, 3, 10, 11 второй строчки, данные берут с генплана. Столбец 2 второй строчки заполняется по результатам вычислений в табл. 2.2. По величине расчетного расхода (столбец 2) заполняют

ся столбцы 4, 6, 7 и 9 из таблиц [15] или [16], а по результатам вычислений – столбцы 5 и 8.

Существуют два способа соединения трубопроводов: по шельгам труб и уровню воды. Нормы [4] рекомендуют соединять трубопроводы по шельгам труб.

Определяем отметку лотка трубы в начале участка 2–3 (столбец 14, строка 2)

$$\Delta_{2н}^л = \Delta_{2н}^в + h_{2-3}.$$

Глубина лотка трубы (столбец 16, строка 2)

$$H_{2н} = \nabla_2^3 - \nabla_{н}^л.$$

Теперь во второй строке столбцы 13, 15 и 17 остаются пустыми. Согласно рис. 2.3 видно, что эти значения отличаются на величину падения уклона трубопровода H_{2-3} (столбец 5). Следовательно:

$$\nabla_{3к}^л = \nabla_{2н}^л - H_{2-3};$$

$$\nabla_{3к}^в = \nabla_{2н}^в - H_{2-3};$$

$$H_{3к} = \nabla_3^3 - \nabla_{3к}^л.$$

Последующие строки табл. 2.6 заполняются так же, как и вторая строка.

В случае необходимости соединения труб по шельгам (рис. 2.1) расчет ведут в следующей последовательности [17]:

1. Отметка шельги трубы

$$\nabla_{2к}^ш = \nabla_{2к}^л + D_{1-2},$$

где $\nabla_{2к}^л$ – отметка лотка в точке 2к; D_{1-2} – диаметр трубы.

2. Значение отметки шельги трубы в точке 2н (начало участка 2–3) равно значению отметки шельги в точке 2к (конец участка 1–2):

$$\nabla_{2н}^ш = \nabla_{2к}^ш.$$

3. Отметка лотка трубы

$$\nabla_{2н}^л = \nabla_{2н}^ш - D_{2-3}$$

где $\nabla_{2н}^ш$ – отметка шельги трубы; D_{2-3} – диаметр трубы.

4. Отметка поверхности воды

$$\nabla_{2н}^в = \nabla_{2н}^л + h_{2-3}.$$

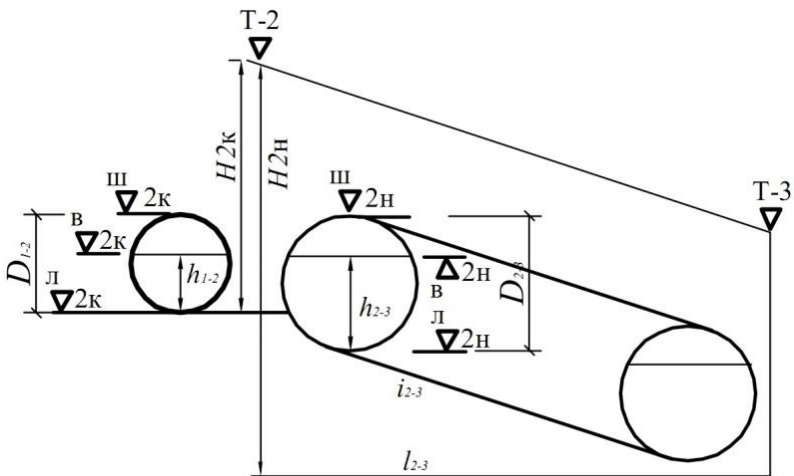


Рис. 2.3. Рабочая схема для гидравлического расчета участка

Необходимо следить, чтобы отметки воды и лотка трубы в конце участка были не меньше, чем в начале следующего участка:

$$\nabla_{2к}^B \geq \nabla_{2н}^B;$$

$$\nabla_{2к}^Л \geq \nabla_{2н}^Л.$$

Схемы возможного соединения трубопроводов системы водоотведения приведены на рис. 2.4.

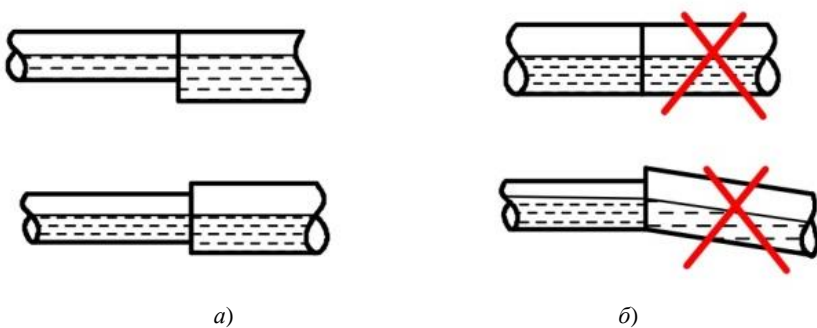


Рис. 2.4. Схемы соединений трубопроводов:

a – правильно; *б* – неправильно

Для того чтобы избежать отложений осадков в трубах, рекомендуется выполнять следующие условия [17].

1. Сеть между колодцами должна быть прямолинейной.

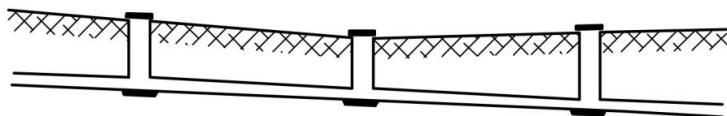


Рис. 2.5. Сеть между колодцами

2. Все повороты, изменения диаметра труб, присоединение боковых сетей осуществляются в колодцах.

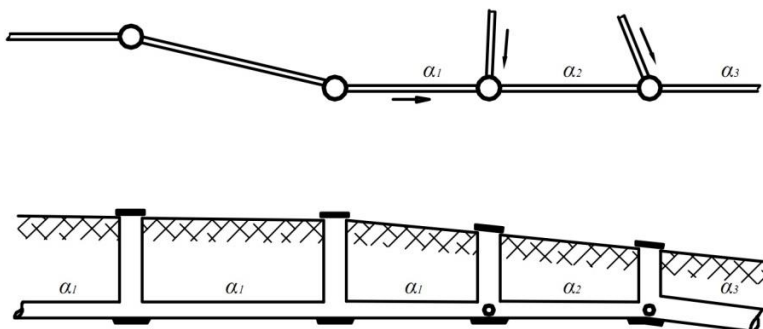


Рис. 2.6. Подключение боковых сетей:

$$\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$$

Исключения:

а) присоединение дворовой (внутриквартальной) сети к коллекторам без устройства колодцев при длине присоединения менее 15 м и скорости движения стоков более 1,0 м/с;

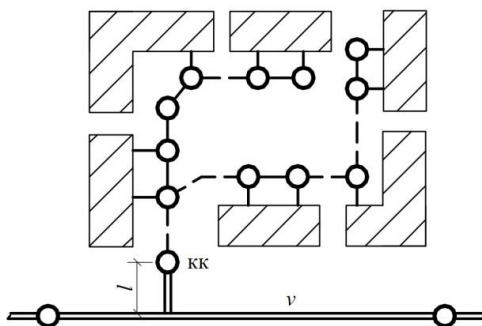


Рис. 2.7. Присоединение дворовой (внутриквартальной) сети к коллектору

б) при диаметре сети диаметром 1200 мм и более поворот сети проектировать вне колодца.

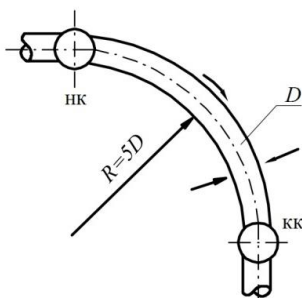


Рис. 2.8. Радиус поворота

3. Канализационные колодцы устанавливаются через определенные расстояния на прямых участках сети.

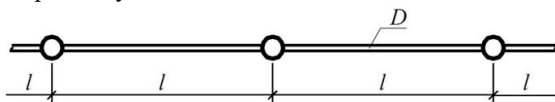


Рис. 2.9. Установка канализационных колодцев

4. Угол поворота канализационной сети должен быть не более 90° .

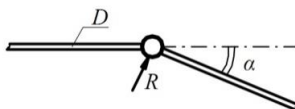


Рис. 2.10. Угол поворота канализационной сети:
 $\alpha \leq 90^\circ; R \geq D$

5. Угол между присоединяемой и отводящей трубами должен быть не менее 90° .

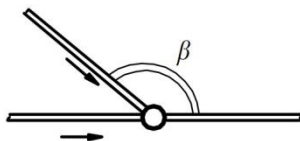


Рис. 2.11. Угол присоединения канализационной сети:
 $\beta \geq 90^\circ$

Исключение: любой угол между присоединением и отводящим трубопроводом допускается при устройстве в колодце перепада в виде стояка.

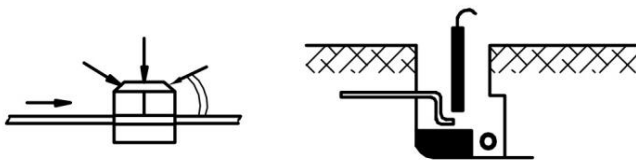


Рис. 2.12. Устройство перепада в виде стояка

6. Расчетная скорость в боковом присоединении должна быть меньше, чем в основном коллекторе.

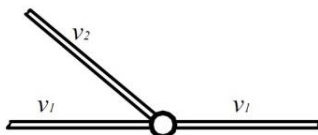


Рис. 2.13. Скорости стоков на участках сети:

$$v_1 \geq v_2$$

Исключение: скорость движения сточных вод в соединительных ветках допускается принимать больше, чем в коллекторе большого диаметра при расходе в ветке не более 0,2 л/с.

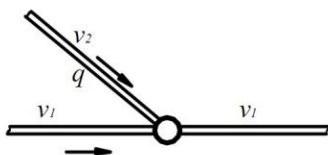


Рис. 2.14. Подключение соединительной ветки к коллектору:

$$v_1 < v_2, \text{ при } q \leq 0,2 \text{ л/с}$$

7. Расчетная скорость ниже по течению должна быть возрастающей, если увеличивается расчетный расход.

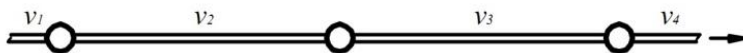


Рис. 2.15. Увеличение расчетной скорости:

$$v_1 < v_2 < v_3 < v_4$$

Исключение: уменьшение расчетной скорости, но не менее критической, допускается после гашения скорости в перепадном колодце.



Рис. 2.16. Гашения скорости в перепадном колодце:

$$v_1 > v_2$$

8. Наполнения в присоединяемых трубах должны быть выравнены по уровню воды или должны быть выше, чем в основной трубе.

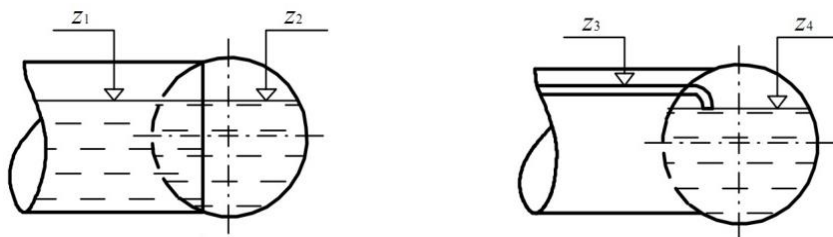


Рис. 2.17. Наполнение в присоединенных трубах:

$$z_1 \geq z_2$$

9. Присоединения очень малых труб к коллекторам большого размера следует выполнять так, чтобы лоток малой трубы находился на расчетном уровне в большой трубе.

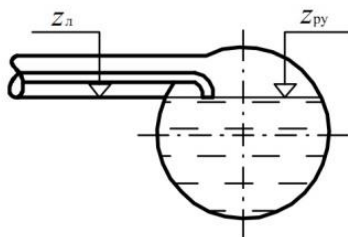


Рис. 2.18. Присоединения очень малых труб к коллекторам:

$$z_l \geq z_{пу}$$

10. Соединение трубопроводов разных диаметров должно производиться в колодцах по шельгам труб. При обосновании допускается соединение труб по расчетному уровню.

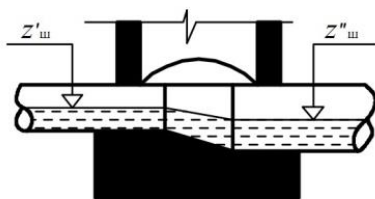


Рис. 2.19. Соединение трубопроводов разных диаметров:

$$z'_{ш} \geq z''_{ш}$$

11. Если уклон трубопровода диаметром 250 мм и более внезапно уменьшается или увеличивается, допускается изменение диаметра трубы с большего на меньший.

12. При расчете гидравлики самотечной канализации $D > 500$ мм при равномерном расходе на участках необходимо учитывать местное сопротивление.

Все расчеты, связанные с поверхностью воды, дном резервуара и полной отметкой, записываются в графы 8, 12, 13, 14 и 15 до третьего знака. Глубину воды следует округлять до двух десятичных знаков.

По результатам гидравлического расчета вычерчиваются профили сети. Профиль сети канализации строится в масштабах М 1:100 по вертикали и 1:500 по горизонтали. Длины расчетных участков и отметки поверхности земли, в узловых точках, определяются по генплану. Отметка лотка трубы, уклон i , м, диаметр d , мм, принимаются по табл. 2.6.

3. УСТРОЙСТВО ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ

3.1. ТРУБОПРОВОДЫ И ЛОТКИ

Отвод сточных вод предусматривается, как правило, по самотечным трубопроводам. Безнапорные и напорные трубопроводы систем канализации следует выполнять из труб и соединительных деталей, срок службы которых не менее 25 лет.

Материал труб выбирают в зависимости от состава и температуры сточных вод, требований к прочности материала трубопровода и экономии металла.

Трубы и соединительные детали для внутренней сети хозяйственно-бытовой канализации следует принимать из полимерных материалов, чугунные, стеклянные. Применение стальных труб не допускается.

3.1.1. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ТРУБЫ ИЗ КЕРАМИКИ

Керамические трубы (рис. 3.1) производятся из тугоплавких горных пород глины, что позволяет формировать прочную форму круглого сечения. Дополнительно трубы покрывают с внутренней и внешней поверхности стенок глазурью. Напыление также включает в себя часть глины, что позволяет сгладить шероховатость внутренней стенки, защитить трубу от коррозии и воздействия химикатов.



Рис. 3.1. Канализационные трубы из керамики

Керамические трубы для канализации используются на объектах промышленного и химического производства, на участках со сложным, влажным грунтом.

Среди достоинств керамических канализационных труб можно выделить:

- стойкость к агрессивным жидкостям;
- устойчивость к высоким температурам;
- срок эксплуатации.

Однако у них есть и недостатки:

- большой вес;
- сложность обработки;
- необходимость привлечения специальной техники при монтаже;

- подверженность повреждениям при внешнем воздействии;
- слабая устойчивость при обморожении.

Несмотря на недостатки, данный вид труб используется на сложных участках. Керамические трубы для канализации производятся в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 286–82, который регламентирует следующие параметры:

- форма;
- тип труб (раструбные или прямые);
- число насечек;
- характеристика водопоглощения;
- толщина напыления;
- устойчивость проката.

Главными причинами снижения срока службы являются:

- нагрузки (внешние и боковые);
- надлом;
- возникновение трещин.

3.1.2. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ КАНАЛИЗАЦИИ

Несмотря на большой выбор металлических и полимерных материалов для прокладки различных коммуникаций, железобетонные трубы не утратили своей актуальности. Железобетонные трубы (рис. 3.2) успешно применяются при прокладке:

- водоотведения через дорожные насыпи;
- ливневой канализации;
- магистрального коллектора, отводящего неагрессивные по химическому составу стоки промышленного предприятия.

На практике применяется классификация железобетонных труб по ряду показателей.

По эксплуатационным характеристикам:

- безнапорные;
- напорные.

По максимально допустимой глубине заложения магистрали:

- расстояние от уровня поверхности земли до верхнего края трубы составляет 2 м;
- расстояние от уровня поверхности земли до верхнего края трубы составляет 4 м;
- расстояние от уровня поверхности земли до верхнего края трубы составляет 6 м.



Рис. 3.2. Железобетонные трубы для канализации

По способу соединения:

- раструбные;
- фальцевые.

Преимуществом фальцевых труб считается то, что они имеют одинаковый наружный диаметр, в отличие от раструбных, у которых диаметр стыков существенно превышает сечение основной части трубы.

Изготовление железобетонных труб выполняется с соблюдением нормативов, которые предусматривают отсутствие трещин на стенках (снаружи и изнутри), комплектацию деталей резиновыми уплотнительными кольцами (обеспечение герметизации стыкового соединения).

Среди достоинств железобетонных канализационных труб можно выделить следующие:

- низкая себестоимость;
- минимальная металлоемкость;
- способность выдерживать существенные нагрузки;
- высокая устойчивость к воздействию высоких и низких температур;
- монтаж;
- гладкая внутренняя поверхность;
- антикоррозийная стойкость;
- сопротивление воздействию блуждающих токов;
- срок эксплуатации.

Однако железобетонные трубы имеют и недостатки:

- высокий вес;
- применение специальной техники при монтаже;
- невозможность транспортировать агрессивные вещества.

При монтаже трубы в местах стыков дополнительно заделываются пеньковой прядью, которая предварительно просмаливается битумным составом.

3.1.3. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ ТРУБЫ

На современном рынке асбестоцементных труб доминируют отечественные производители, реализующие свою продукцию. Эти трубы являются наиболее доступными из всех доступных вариантов труб. Трубы из чугуна и полимерных материалов по стоимости в 3–4 раза дороже асбестоцементных канализационных труб (см. рис. 3.3). Даже при дальнейшей транспортировке стоимость труб может увеличиться. Дисперсный железобетон составляет компонент, известный как асбестоцемент. В асбестоцементе присутствуют асбестовые волокна, которые равномерно распределяются по объему материала для усиления его свойств. Плотная асбестовая матрица окружена чрезвычайно затвердевшим цементным камнем.



Рис. 3.3. Канализационные асбестоцементные трубы

Асбестовый цемент содержится в портландцементе, химический состав которого составляет 85:15. Из-за своего связанного состояния асбест обычно не попадает в окружающую среду.

Благодаря своей высокой прочности на разрыв асбестоцементные трубы используются в системах под давлением, а не только в системах без давления. Это значительное преимущество для отрасли. Асбест в воде не подвергается коррозии, а остается затвердевшим и сжатым при гидратации портландцемента.

3.1.4. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ТРУБЫ

Сталь. Трубы, производимые из стали, чаще всего используются при устройстве систем водоснабжения и отопления. А вот для канализации их стараются не применять, так как материал сильно подвержен коррозии. В случае же остановки своего выбора на данном виде труб специалисты рекомендуют покрывать их битумом или покупать по возможности оцинкованные.

Преимущества труб из черной стали (рис. 3.4, *а*):

- легкость обработки;
- сохранение свойств при высоких температурах;
- дешевизна;
- высокая прочность.

Недостатки:

- большая масса;
- подвержены коррозии.

Канализационная стальная труба производится из черной стали, применяется для транспортировки отходов нефтехимической и химической промышленности, ведь она способна выдерживать достаточно широкий температурный диапазон.

Чугун. По сравнению со сталью, он отличается большей стойкостью к коррозии, хотя стоимость труб, изготовленных из чугуна (рис. 3.4, *б*), намного выше.

Ряд недостатков, которыми обладает чугун, существенно ограничивает его применение:

- шероховатость трубы внутри – характерно для чугуна, способствует налипанию грязи, а также последующему нарастанию, снижая тем самым проходимость стоков;
- большой вес;
- необходимость использовать какие-либо особенные материалы, с помощью которых между трубами создаются герметичные стыки.



а)



б)

Рис. 3.4. Металлические канализационные трубы:

а – из стали; *б* – из чугуна

3.1.5. ТРУБЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Канализационные трубы из полимеров на российском рынке появились сравнительно недавно и благодаря своим свойствам практически сразу стали вытеснять традиционные трубы, поскольку они имеют весьма весомые преимущества:

- гладкая внутренняя поверхность;
- малый вес;
- простота монтажа;
- низкая цена;
- не подвержены коррозии;
- срок эксплуатации.

Есть у полимерных труб и свои недостатки:

- небольшая прочность;
- недостаточная термостойкость.

Для производства полимерных труб используют три материала (рис. 3.5):

- 1) полиэтилен PE (ПЭ);
- 2) полипропилен PP (ПП);
- 3) поливинилхлорид PVC (ПВХ).

Полиэтилен – самый дешевый полимер, он не подвержен коррозии и выдерживает низкие температуры, но размягчается при высоких температурах. Полиэтиленовые трубы нельзя использовать в канализации при температуре выше 40 °С. Трубы из полиэтилена редко используются в бытовой канализации, но этот материал часто применяется при производстве двухслойных гофрированных труб.

Полипропилен не много дороже, но обладает лучшей устойчивостью к высоким температурам. Допустимая температура сточных вод для него составляет 60 °С, а кратковременное повышение температуры до 95 °С он может выдержать. Поливинилхлорид чувствителен к низким температурам и становится хрупким при –5 °С.

Поливинилхлорид находится между ПЭ и ПП по термостойкости и превосходит оба материала по химической стойкости. В большинстве случаев используется непластифицированный поливинилхлорид (НПВХ). Трубы из НПВХ для внутренней канализации окрашены в серый цвет и имеют небольшой диаметр (до 110 мм). Трубы из НПВХ для наружной канализации имеют оранжевый цвет и достигают диаметра 500 мм.



Рис. 3.5. Пластмассовые канализационные трубы:
a – из полипропилена; *б* – из поливинилхлорида;
в – из непластифицированного поливинилхлорида

Выбор канализационной трубы зависит от многих факторов, в том числе от конкретных условий эксплуатации, показателей давления и температуры. В настоящее время существует несколько видов полимерных канализационных труб.

1. Серые канализационные трубы – самый распространенный вид полимерных канализационных труб. Обычно они используются для внутренних канализационных систем. Герметичность соединения трубы с трубой обеспечивается за счет раструба с резиновым уплотнительным кольцом внутри. Характерными особенностями являются низкий показатель прочности к механическим воздействиям (не подходит для прокладки наружной канализации) и низкая чувствительность к температуре.

2. Красные (рыжие) канализационные трубы – более прочные, чем серые, и полностью устойчивые к механическим воздействиям, значительно дороже серых, но отлично подходят для прокладки наружной канализации.

3. Зеленые канализационные трубы – трубы, основным назначением которых является использование в качестве дренажных. Они сочетают в себе гибкость и высокую прочность, прекрасно переносят перепады температур и широко используются для работы в глубоких грунтах.

4. Черные канализационные трубы – изготавливаются из полиэтилена низкой плотности, обладают высокой устойчивостью к низким температурам и агрессивным химическим веществам, но уязвимы для использования под высоким давлением воды и глубоко под землей.

5. Белые пластиковые трубы – в целом схожи по свойствам и характеристикам с серыми пластиковыми трубами.

3.2. ОСНОВАНИЯ ПОД ТРУБЫ

Для обеспечения целостности и устойчивости трубопроводов под трубами устраивают основания. Канализационные трубы укладывают или непосредственно на грунт, или на искусственное основание. Выбор основания под трубы необходимо производить согласно СП [4]. Конструкция основания под трубы зависит от вида грунта, залегающего ниже трубопровода; несущей способности грунта; действующих на трубу нагрузок; материала, диаметра и глубины прокладки трубопровода.

При выборе основания под трубы можно использовать типовые альбомы:

- серия 3.008.9-6/86. Подземные безнапорные трубопроводы из асбестоцементных, керамических, пластмассовых и чугунных труб;
- серия 3.008.1-8. Трубы бетонные безнапорные диаметром 100...1000 мм;
- серия 3.008.1-7. Трубы железобетонные безнапорные диаметром 400...2400 мм.

При использовании материалов данных серий грунты оснований по своим физико-механическим характеристикам подразделяются на условные группы в соответствии с табл. 3.1

В зависимости от материала труб и их прочностных характеристик существуют следующие типы оснований:

- грунтовое плоское;
- грунтовое плоское с подготовкой из песчаного грунта;
- грунтовое спрoфилированное;
- грунтовое спрoфилированное с подготовкой из песчаного грунта;
- гравийно-щебеночная подготовка;
- бетонное спрoфилированное с углом охвата труб 90°;
- бетонное спрoфилированное с углом охвата труб 120°;
- железобетонное спрoфилированное с углом охвата труб 90°;
- железобетонное спрoфилированное с углом охвата труб 120°.

Грунты засыпки в зависимости от их физико-механических свойств, влияющих на напряженное состояние труб в трубопроводах, подразделяются на условные группы в соответствии с табл. 3.2.

3.1. Условные группы грунтов основания

Условные группы грунтов основания	Виды грунтов
Го-1	Пески пылеватые средней плотности, насыщенные водой. Пески всех видов рыхлые, кроме пылеватых. Глинистые грунты слабые: супеси пластичные, суглинки и глины мягкопластичные
Го-2	Пески гравелистые крупные, средней крупности и мелкие средней плотности независимо от влажности. Пески пылеватые плотные и средней плотности, маловлажные и влажные. Пески пылеватые плотные, насыщенные водой. Глинистые грунты средней прочности: суглинки и глины тугопластичные
Го-3	Глинистые грунты прочные: супеси, суглинки и глины твердые, суглинки и глины полутвердые. Пески гравелистые крупные, средней крупности и мелкие, плотные
Го-4	Скальные, глинистые грунты (супеси, суглинки и глины) твердые, очень прочные. Крупнообломочные породы

3.2. Условные группы грунтов засыпки

Условные группы грунтов засыпки	Виды грунтов
Гз-1	Пески гравелистые крупные, средней крупности
Гз-2	Пески мелкие, пылеватые
Гз-3	Супеси, суглинки
Гз-4	Глины

Выбор типа оснований под трубы при использовании типовых серий производится в следующей последовательности:

1. Выбирается группа грунтов основания.
2. Выбирается группа грунтов засыпки.
3. На основании полученных данных гидравлического и геодезического расчета принимаются диаметр трубопровода и глубина его заложения в конце участка.

4. Приняв материал трубопровода, выбирают тип основания по высоте засыпки над верхом трубы; при этом расчетное значение должно быть меньше табличного, увязанного с грунтами основания и засыпки. Если табличное значение высоты засыпки меньше расчетного, то иногда целесообразно заменить материал труб на более высокопрочный.

3.3. КОЛОДЦЫ И КАМЕРЫ

3.3.1. СМОТРОВЫЕ КОЛОДЦЫ

Смотровые колодцы устраиваются [4]:

- в местах присоединения трубопроводов;
- в местах изменения направления трубопроводов;
- в узловых точках сети;
- на прямых участках сети (табл. 3.3).

Глубина колодцев определяется при геодезическом расчете водоотводящей сети и затем показывается при построении продольных профилей.

Колодцы выполняются из кирпича, бетона и железобетона, по форме бывают круглыми и прямоугольными. Колодцы состоят из: плиты днища, лотковой части, рабочей части, плиты перекрытия и горловины с люком (рис. 3.6). Размер колодца должен быть не менее 1000 мм.

3.3. Максимально допустимые расстояния между колодцами

Диаметр трубопровода D_u , мм	Расстояние между линейными колодцами, м
150	35
200...450	50
500...600	75
700...900	100
1000...1400	150
1500...2000	200
Свыше 2000	250...300

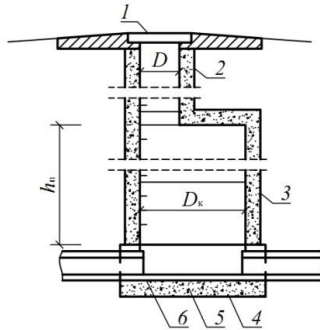


Рис. 3.6. Смотровой колодец:

1 – люк с крышкой; 2 – железобетонные кольца горловины; 3 – то же, камеры; 4 – бетон с затиркой; 5 – плита основания; 6 – песчаная подготовка

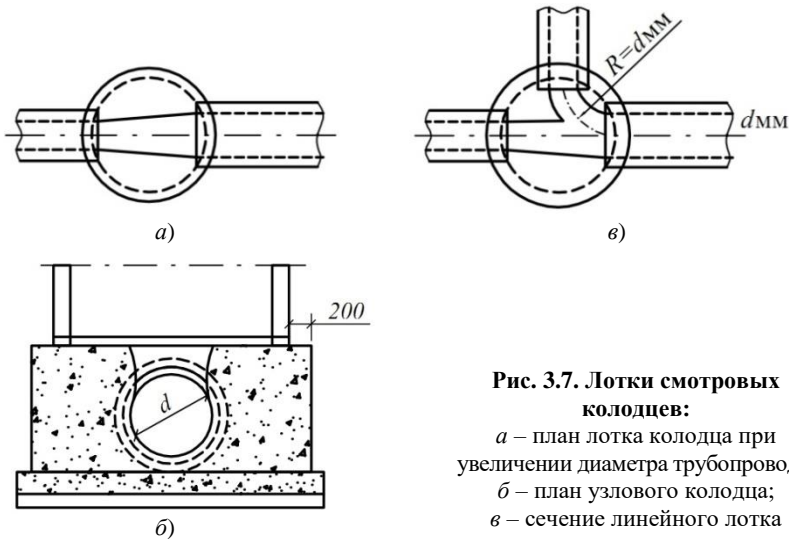


Рис. 3.7. Лотки смотровых колодцев:

а – план лотка колодца при увеличении диаметра трубопровода; б – план узлового колодца; в – сечение линейного лотка

Важнейший элемент колодца – основание. Оно должно обеспечивать устойчивость сооружения. В его конструкцию входит бетонный набивной лоток, обеспечивающий перемещение стоков через колодец.

Лоток в нижней части имеет форму полукруга, а в верхней – вертикальные стенки (рис. 3.7). С двух сторон лотка создаются полки, имеющие ширину не менее 200 мм и уклон к лотку не менее 0,02.

На рисунке 3.8 показаны способы заделки труб в лотковой части. При наличии грунтовых вод необходимо предусматривать гидроизоляцию дна и стенок.

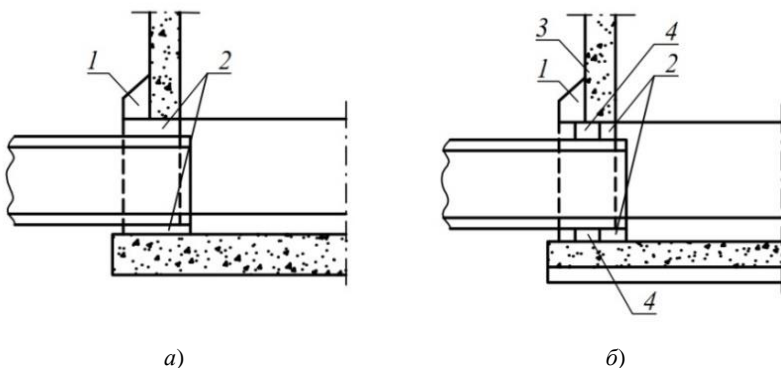


Рис. 3.8. Схемы заделки труб:

a – в непросадочных сухих грунтах; *б* – в непросадочных мокрых грунтах;
 1 – цементный раствор; 2 – асбестоцементный раствор; 3 – гидроизоляция;
 4 – смоляная прядь

3.3.2. ПЕРЕПАДНЫЕ КОЛОДЦЫ

Перепадные колодцы устраивают для сопряжения самотечных трубопроводов, уложенных на различной глубине. Кроме того, согласно СП [4], перепадные колодцы устраиваются на сети:

- во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточных вод или резкого изменения этой скорости;
- при пересечении с подземными сооружениями;
- при устройстве затопленных выпусков в последнем перед водоемом колодце.

Согласно СП [4], на трубопроводах диаметром до 500 мм включительно допускается устраивать перепад высотой до 6 м. По конструктивному решению в этом случае наиболее часто применяются трубчатые перепады со стояком и водобойной частью.

Колодцы выполняют из кирпича, бетона и железобетона. Широкое распространение получили колодцы из сборного железобетона круглого сечения диаметром $D_k = 1500...2000$ мм.

Перепадные колодцы состоят из следующих основных элементов: плиты днища, лотка с водобойной частью, рабочей части, плиты перекрытия, горловины с люком (рис. 3.9).

Согласно СП [4], на трубопроводах диаметром 600 мм и более перепады высотой до 3 м надлежит принимать в виде водосливов практического профиля.

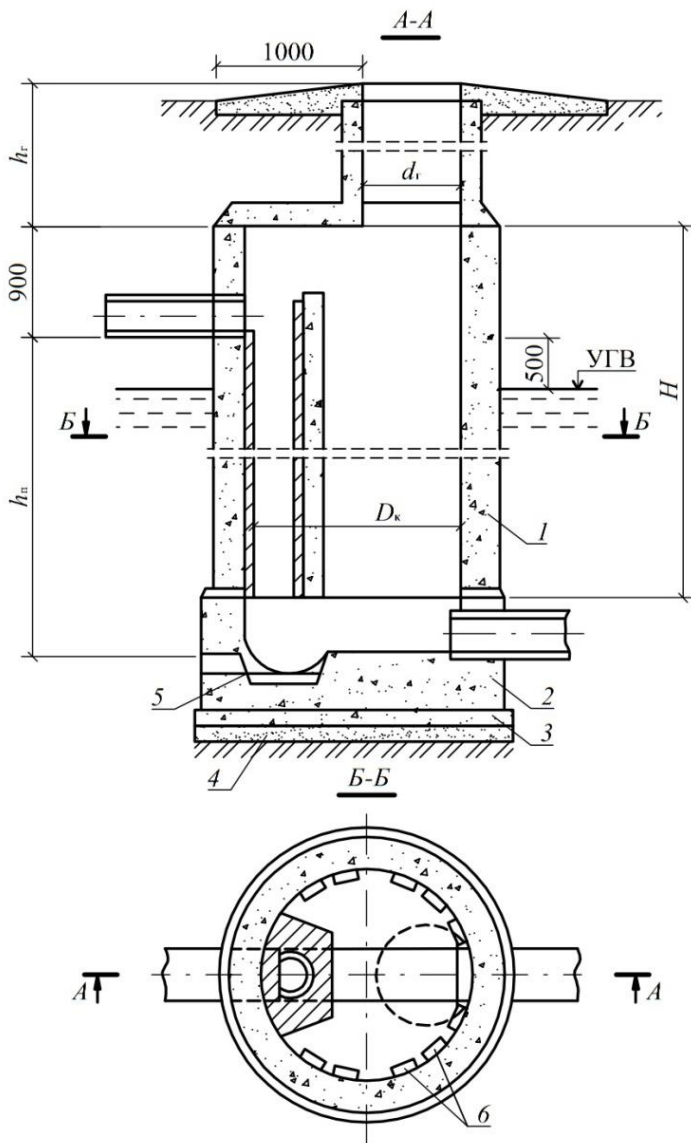


Рис. 3.9. Перепадной колодец:

- 1 – изоляция битумом; 2 – бетон с затиркой поверхности; 3 – плита основания;
 4 – бетон по утрамбованному щебню грунту; 5 – стальная плита;
 6 – упорные скобы

3.3.3. РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Разделительные камеры устраивают на дождевой сети для сброса во время сильных дождей части стока в водоемы или регулирующие резервуары.

По конструкции разделительные камеры аналогичны ливнепускам. Наиболее распространенными являются ливнекамеры с водосливами различной конфигурации (рис. 3.10).

При проектировании камер с водосливами диаметр подводящего коллектора принимается исходя из расхода дождевых вод при наполнении $h/d = 1$.

Ливнеотвод должен обеспечить отведение расхода

$$Q_{\text{сбр}} = q_r - Q_{\text{пр}},$$

где q_r – расход дождевых вод при наполнении $h/d = 1$; $Q_{\text{пр}}$ – предельный расход.

Предельный расход должен отводиться на очистку без перелива через гребень водослива высотой [9]

$$h_{\text{тр}} = h_2 + \xi_{\text{вх}} \frac{V_{\text{вх}}^2}{2g},$$

где h_2 и V – глубина и скорость потока в отводящей трубе; $\xi_{\text{вх}}$ – коэффициент сопротивления при входе в трубу, равный 0,5.

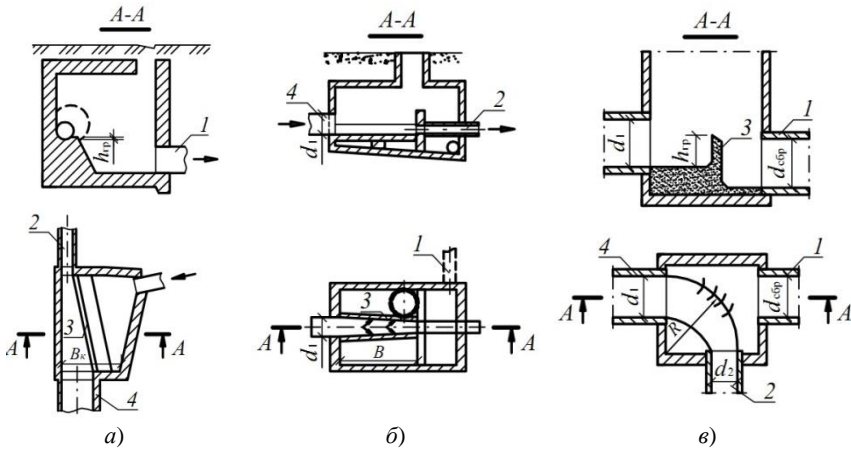


Рис. 3.10. Разделительные камеры:

- a* – с боковым прямолинейным водосливом с односторонним сбросом;
- б* – с боковыми прямолинейными водосливами с двухсторонним сбросом;
- в* – с боковым криволинейным водосливом; 1 – ливнеотвод; 2 – отводящий трубопровод; 3 – гребень водослива; 4 – подводящий трубопровод

3.4. ДЮКЕРЫ

Для транспортирования сточных вод через реки и овраги служат специальные устройства – дюкеры.

Согласно СП [4], дюкеры при пересечении водоемов необходимо принимать: не менее чем две рабочие нитки, из стальных труб диаметром ≥ 150 мм, с усиленной антикоррозийной изоляцией. Обе нитки трубопровода – рабочие.

Допускается устройство дюкера с одной рабочей и одной резервной трубами:

- 1) при расходах сточных вод, не обеспечивающих расчетных скоростей в дюкере;
- 2) при расчетных потерях в дюкере, больших, чем перепад между ВКД и точкой подключения дюкера к коллектору;
- 3) при больших скоростях в подводящем коллекторе перед ВКД;
- 4) при авариях, когда одна линия дюкера не может пропустить весь расчетный расход [4].

По СП [4] при проектировании дюкеров необходимо принимать:

– глубину заложения подводной части трубопровода, считая до верха трубы;

– не менее чем на 0,5 м ниже дна реки, а в пределах фарватера на судходных объектах – не менее 1 м;

– угол наклона восходящей части дюкера – не более 20° к горизонту;

– расстояние между нитками дюкера в свету – не менее 0,7...1,5 м.

Дюкеры следует устанавливать на участках с устойчивыми, недренируемыми водотоками и на участках с минимальной шириной потока. В зависимости от движения воды в подводящем трубопроводе и глубины заложения до водопропускной трубы различают два режима работы водопропускных труб: гравитационный и напорный.

Гравитационные напорные водопропускные трубы устанавливаются в самотечных водоотводных сетях через водоемы. Такие водопропускные трубы работают в полном сечении в напорном режиме. Водопропускная труба состоит из входной (верхней), выходной (нижней) и напорной труб. Верхняя камера водопропускной трубы состоит из двух отсеков – мокрого и сухого, разделенных водонепроницаемой перегородкой. В мокром отсеке самотечный трубопровод проходит через открытую воронку. Для перекрытия потока воды в водосборнике предусмотрен затвор (разделительный клапан). В сухом отсеке находится напорный трубопровод с задвижкой, которая может перекрыть любой

трубопровод в водопропускной трубе. Плоские размеры камеры зависят от количества и диаметра труб. Расстояние между трубами в камере должно быть не менее 400 мм, а ширина боковых проходов – не менее 250 мм (для труб диаметром 500 мм и более эти расстояния должны быть увеличены вдвое).

Высота камеры должна быть удобной для обслуживания и размещения задвижек и затворов и составлять не менее 1800 мм в пересчете от бровки до перекрытия. Каждая секция водопропускной трубы должна иметь горловину и заканчиваться люком с крышкой. Нижняя камера водопропускной трубы (НКД) должна быть устроена в виде одного отсека, через который напорный трубопровод переходит в открытый лоток, имеющий в начале щитовой затвор (шибер).

В соответствии с альбомом V типового проекта 902-09-22.84, диаметр подводящего самотечного коллектора может приниматься в пределах 200...600 мм [6]. При диаметрах свыше 600 мм водопропускная камера должна проектироваться по индивидуальному проекту.

Если глубина обслуживаемого самотечного коллектора велика (более 4 м), то для перекачки сточных вод через ограждающую стену необходимо установить канализационную насосную станцию (КНС). Расположение КНС относительно водопропускной трубы определяется расчетом. В этом случае водопропускная труба будет представлять собой напорную водопропускную трубу, состоящую из следующих элементов: верхней камеры, нижней камеры и напорного трубопровода. В каждой камере водопропускной трубы устанавливаются напорные трубопроводы с разделительными клапанами. В зависимости от количества и диаметра труб, фитингов и задвижек, камеры могут быть круглыми или прямоугольными. Размеры камер определяются в соответствии с СП [10]. Минимальная высота рабочей секции равняется 1800 мм.

Основные размеры напорной водопропускной трубы (дюнкера), верхней камеры и нижней камеры приведены в работе [6].

Камера водопропускной трубы имеет те же элементы, что и водопроводный колодец: днище, рабочую часть и горловину с люком и крышкой. Рабочая часть и горловина выполняются аналогично канализационным колодцам [6].

Диаметр трубопровода водопропускной трубы определяется по СП [11] при нормальном режиме работы водопропускной трубы. Потери напора рассчитываются для суммарного расчетного расхода через одну линию водопропускной трубы (аварийный режим). Потери напора в водопропускной трубе учитываются при определении напора насоса КНС.

3.5. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННИХ СЕТЕЙ

3.5.1. МЕСТА И ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять направление прокладки и присоединять санитарно-технические приборы следует с помощью соединительных деталей (отводы прямые и косые, тройники и крестовины, муфты и др.).

Изменять уклон прокладки на участке отводного (горизонтального) трубопровода не допускается.

Для присоединения к стояку отводных трубопроводов, располагаемых под потолком помещений, в подвалах и технических подпольях, следует предусматривать косые крестовины и тройники. Исключение составляют двухплоскостные крестовины.

Прокладку канализационных сетей следует предусматривать:

- 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 строительной конструкции, под полом (в земле, каналах), панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен, колонн), в подшивных потолках, в санитарно-технических кабинетах, в вертикальных шахтах, за плинтусом в полу.

Открытая или скрытая прокладка внутренних канализационных сетей не допускается:

- под потолком, в стенах и в полу: жилых комнат, кухонь, спальных помещений детских учреждений, гостиниц, больничных палат, лечебных кабинетов, обеденных залов, рабочих и офисных комнат административных зданий общественного назначения, залов заседаний, зрительных залов, библиотек, учебных аудиторий, помещений электрощитовых и трансформаторных, пультов управления автоматики, для приточного вентиляционного оборудования и производственных помещений, требующих особого санитарного режима;

- под потолком помещений предприятий общественного питания, торговых залов, складов пищевых продуктов и ценных товаров, вестибюлей, помещений, имеющих ценное художественное оформление, производственных помещений в местах установки производственного оборудования, на которое не допускается попадание влаги, помещений, где производятся ценные товары и материалы, качество которых снижается от попадания на них влаги.

Отвод воды в систему канализации следует предусматривать с разрывом струи (не менее 20 мм от верха приемной воронки) – по заданию на проектирование от:

- технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции;
- оборудования и санитарно-технических приборов для мойки посуды, устанавливаемых в общественных и производственных зданиях;
- спускных трубопроводов бассейнов;
- от вентиляционного оборудования (воздухоохладителей, камер орошения, сплит-систем и др.).

Наименьшую глубину заложения канализационных труб следует принимать из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных и временных нагрузок.

В бытовых помещениях допускается предусматривать прокладку труб на глубине 0,1 м от поверхности пола до верха трубы.

3.5.2. ВЕНТИЛЯЦИЯ СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ

Вентиляцию сети необходимо предусматривать через вентиляционные стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов.

Производственную канализацию, транспортирующую сточные воды, содержащие горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, не допускается присоединять к сети бытовой канализации и водостокам.

Вытяжная часть канализационного стояка (рис. 3.10) выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту:

- 0,2 м от плоской неэксплуатируемой и скатной кровли;
- 0,1 м от обреза сборной вентиляционной шахты.

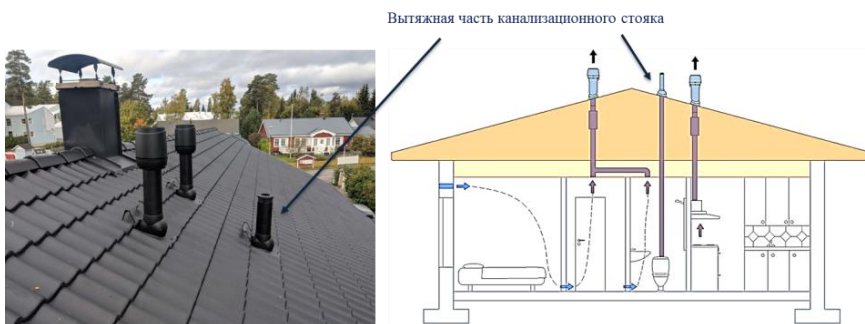


Рис. 3.10. Вытяжная часть канализационного стояка

Шахта должна быть удалена не менее чем на 4 м от открываемых окон и балконов.

Диаметр вытяжной части одиночного стояка должен быть равен диаметру его сточной части.

При объединении группы стояков в один вытяжной стояк ее диаметр общего стояка и диаметры присоединяемых участков следует принимать равными наибольшему диаметру стояка из объединяемой группы. Участки сборного вентиляционного трубопровода следует прокладывать с уклоном в стороны присоединяемых стояков, обеспечивая сток конденсата. В неотапливаемых чердаках объединяемые трубопроводы следует теплоизолировать.

3.5.3. РЕВИЗИИ И ПРОЧИСТКИ

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий или прочисток (рис. 3.11):

- на всех стояках;
- в жилых зданиях высотой пять этажей и более;
- на поворотах сети;
- в проходных туннелях.

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками следует принимать согласно табл. 3.4.

Вместо ревизии на подвесных линиях сетей канализации, прокладываемых под потолком, следует предусматривать установку прочисток, выводимых в вышерасположенный этаж, с устройством люка в полу или открыто в зависимости от назначения помещения.

Ревизии и прочистки необходимо устанавливать в местах, удобных для их обслуживания.

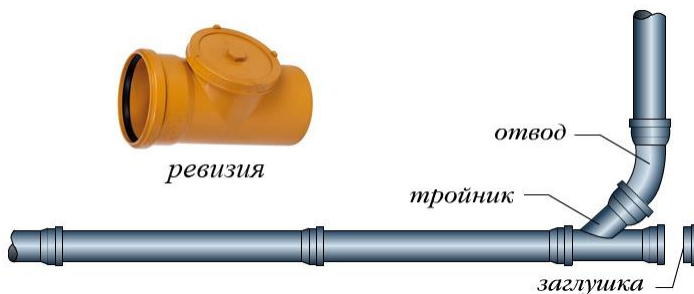


Рис. 3.11. Устройство ревизии и прочистки на сети

3.4. Расстояния между ревизиями или прочистками

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод, м			Вид прочистного устройства
	Производственные незагрязненные и водостоки	Бытовые и производственные, близкие к ним	Производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100...150	20	15	12	Ревизия
100...150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

3.5.4. ВЫПУСКИ КАНАЛИЗАЦИИ

Выпуски (рис. 3.12) устраивают для отведения сточных вод от отдельных стояков или групп стояков за пределы здания в ближайший смотровой колодец дворовой или внутриквартальной сети.

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети предусматривают смотровые колодцы.

Минимальная глубина заложения выпуска (у здания) определяется на основании опыта эксплуатации канализационных сетей в данной местности, но не менее 0,7 м от верха трубы.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более указанной в табл. 3.5. При длине выпуска более длины, указанной в табл. 3.5, необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца.

Длину выпуска незагрязненных сточных вод и водостоков при диаметре труб 100 мм и более допускается увеличивать до 20 м.

3.5. Расстояния между ревизиями или прочистками

Диаметр трубопровода, мм	50	100	150 и более
Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца, м	8	12	15

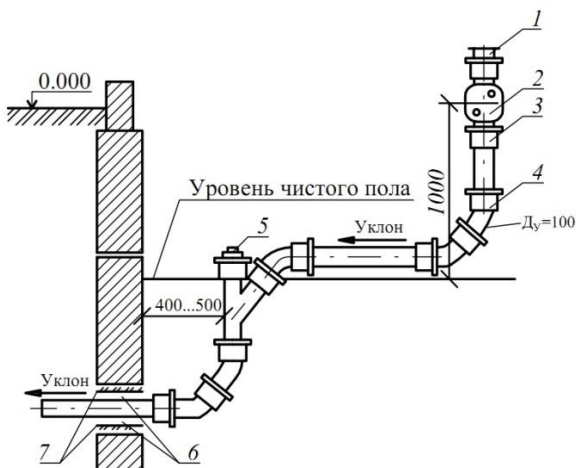


Рис. 3.12. Схема выпуска канализационного стояка:

1 – стояк; 2 – ревизия; 3 – крепление; 4 – отвод под углом 135°;
5 – пробка прочистки; 6 – забивка; 7 – стальная гильза

Диаметр и уклон выпуска следует определять расчетом. Диаметр трубопровода канализационного выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

При прокладке канализационных выпусков и отводных линий ниже подошвы сборных фундаментов следует устраивать футляры из бетонных (железобетонных) труб (рис. 3.13, а) либо предусматривать местное заглубление фундаментов (рис. 3.13, б).

От всех встроенных помещений в жилые и общественные здания следует предусматривать самостоятельные выпуски канализации.

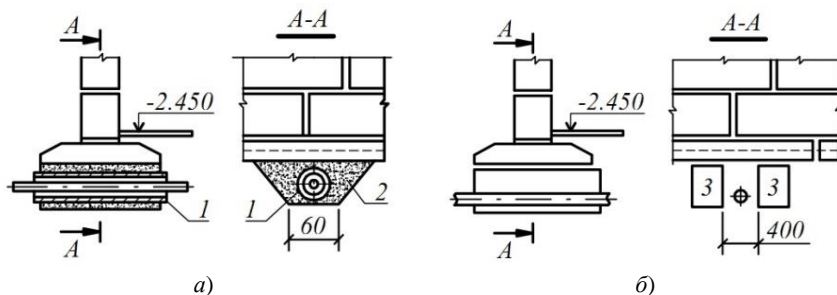


Рис. 3.13. Пересечение выпусков с фундаментами:

а – с установкой футляра; б – с местным заглублением;
1 – футляр; 2 – бетон; 3 – бетонные блоки (расстояние уточняется по месту)

4. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ СТОЧНЫХ ВОД

4.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Насосные станции водоотведения предназначены для:

- перекачивания сточных вод на очистные сооружения;
- подъема сточных вод из нижележащего самотечного коллектора в вышележащий.

По расположению в общей схеме:

- главные;
- районные.

По роду перекачиваемой жидкости:

- хозяйственно-бытовые;
- производственные;
- атмосферные;
- для перекачки ила и т.д.

По расположению машинного зала:

- незаглубленные (до 4 м);
- полузаглубленные (до 7 м);
- шахтные (свыше 8 м).

Наибольшую глубину заложения рекомендуется принимать:

- до 4...5 м, в скальных грунтах;
- до 5...6 м, в мокрых грунтах;
- до 7...8 м, в сухих нескальных грунтах.

По расположению приемного резервуара:

- совмещенного типа;
- раздельного типа.

По расположению оси насосов относительно расчетного уровня в приемном резервуаре:

- под заливом;
- незаливные.

По характеру управления насосные станции бывают с:

- ручным управлением;
- автоматическим управлением;
- дистанционным управлением.

В состав помещений здания насосной станции входят (рис. 4.1):

- машинное отделение;
- приемный резервуар;
- вспомогательные помещения.

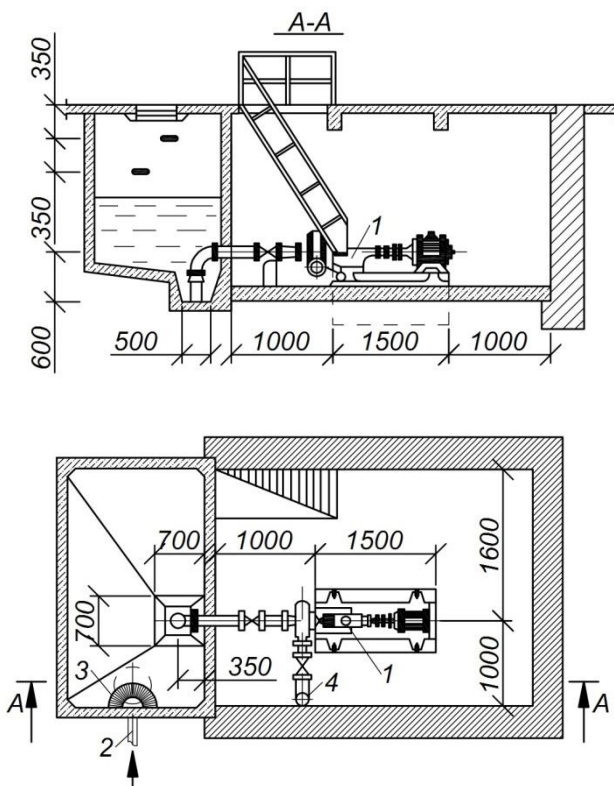


Рис. 4.1. Размещение канализационных насосов в здании:

1 – насос; *2* – проточная труба; *3* – решетка; *4* – напорный трубопровод

Для перекачки сточной жидкости от санитарно-технических приборов, устанавливаемых в подвалах зданий различного назначения, допускается предусматривать модулярные насосные установки, работающие в автоматическом режиме и отвечающие требованиям санитарных норм (рис. 4.2).

Например, SOLOLIFT2 – это уникальная серия компактных канализационных насосных установок, облегчающих слив стоков с любой бытовой сантехники вне зависимости от системы самотечного дренажа. Установки собирают и откачивают сточные воды через тонкий нагнетательный трубопровод (>23 мм) к следующей переливной трубе – на высоту до 6 м или на расстояние 100 м.

Расчет насосной станции заключается в подборе типа и количества насосных агрегатов.

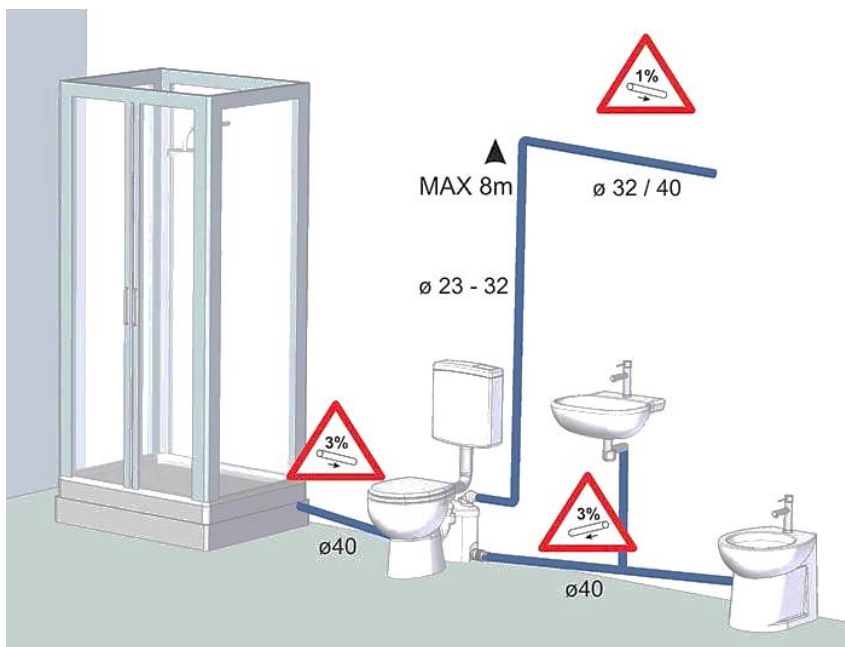


Рис. 4.2. Схема работы насосной станции, расположенной ниже точки слива

Общее число насосных агрегатов, предусмотренных к установке в машинном зале насосной станции, зависит от категории насосных станций, правильный выбор которой не только определяет схему установки подобранного насосного оборудования, но и гарантирует обеспечение надежности работы всей системы канализации в целом.

4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Согласно СП [4], канализационные насосные станции (КНС) по надежности действия подразделяются на три категории (табл. 4.1).

К первой категории относятся насосные, обслуживающие системы водоснабжения населенных пунктов с числом жителей свыше 50 тыс. человек.

Ко второй категории относятся насосные, обслуживающие населенные пункты с числом жителей от 5 до 50 тыс. человек.

К третьей категории относятся насосные, обслуживающие населенные пункты с числом жителей до 5 тыс. человек.

4.1. Категория надежности действия КНС

Категория надежности действия КНС	Характеристика режима работы насосных станций
Первая	Не допускается перерыва или снижения подачи сточных вод
Вторая	Допускается перерыв подачи сточных вод не более 6 ч
Третья	Допускается перерыв подачи сточных вод не более суток

Примечание. Перерыв в работе КНС второй и третьей категорий не более суток возможен при учете требований [2, п. 1.8], технологических условий производства или прекращения водоснабжения населенных пунктов при численности жителей до 5000 человек.

Количество резервных агрегатов выбирается на основании табл. 4.2.

При реконструкции, направленной на увеличение производительности насосной станции, допускается для перекачки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод в КНС третьей категории не устанавливать резервные агрегаты, а предусматривать их хранение на складе.

4.2. Число рабочих и резервных насосов

Бытовые и близкие к ним по составу производственные сточные воды				Агрессивные сточные воды	
Число насосов					
Рабочих	Резервных при категории надежности действия			Рабочих	Резервных при всех категориях надежности
	I	II	III		
1	2	1	1	1	1 и 1 на складе
2	2	1	1	2–3	2
3 и более	2	2	1 и 1 на складе	4	3
				5 и более	не менее 50%

4.3. ВЫБОР МАРКИ И КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Для выбора типа насосных агрегатов необходимо знать: расчетный расход сточных вод, м³/ч (л/с), и напор, м.

Определение расчетных расходов. В соответствии с СП [4] насосная станция должна обеспечить подачу расчетного (максимального) притока сточных вод.

Подача одного насоса

$$q_w^{sp} = \frac{q_w}{n},$$

где q_w – максимальный часовой приток сточных вод, м³/ч; n – количество рабочих агрегатов, шт., желательно не менее 2 шт.

Определение расчетного напора. Необходимый напор насосов определяется после назначения диаметров напорных трубопроводов. Напорные трубопроводы проектируются в основном из стальных труб. Длина напорных трубопроводов принимается по генплану с учетом санитарно-защитной зоны, нормируемой согласно СП [4].

Число напорных трубопроводов от насосных станций любой категории надежности действия необходимо принимать на основании технико-экономических расчетов с учетом возможности устройства аварийного выпуска (перепуска), регулирующей емкости, использования аккумулирующей вместимости подводящей сети, допускаемого снижения водопотребления согласно СП [10].

Число напорных трубопроводов от насосных станций первой категории необходимо принимать не менее двух с устройством в случае необходимости между ними переключений, расстояния между которыми следует определять из условия обеспечения при аварии на одном из них пропуска 100%-ного расчетного расхода; при этом следует предусматривать использование резервных насосов.

Для насосных станций второй и третьей категорий допускается устанавливать один напорный трубопровод.

Диаметр напорных трубопроводов определяют по работе [11] в зависимости от пропуска 50%-ного расхода при нормальном режиме работы КНС. При этом рекомендуется принимать скорости: 1,0...2,5 м/с – в пределах насосной станции и 1,0...1,5 м/с – за пределами насосной станции. Подобранный диаметр напорного трубопровода, проверяют его на пропуск 100%-ного расхода в случае аварии на другой нитке трубопровода.

Расчетный напор $H_{\text{тр}}$ насоса

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{г}} + h_{\text{вод}} + h_{\text{н.с}} + h_{\text{св}},$$

где $H_{\text{г}}$ – геометрическая высота подъема жидкости, м; $h_{\text{вод}}$ – потери напора в напорных трубопроводах, м; $h_{\text{н.с}}$ – потери напора по длине трубопровода и местные потери во всасывающих и напорных линиях внутри насосной станции, принимаемые равными 2...3 м; $h_{\text{св}}$ – свободный напор, принимаемый равным 1,0 м.

Геометрическая высота $H_{\text{г}}$ подъема жидкости

$$H_{\text{г}} = Z_2 - Z_1,$$

где Z_2 – диктующая высокорасполагаемая отметка, принимается на 2...5 м выше отметки земли в месте расположения приемной камеры очистных сооружений, м; Z_1 – отметка среднего уровня сточных вод в приемном резервуаре насосной станции, м.

Потери напора в напорных трубопроводах

$$h_{\text{вод}} = (1,1 \dots 1,2)il,$$

где i – удельные потери напора на единицу длины напорного трубопровода, обеспечивающего пропуск расчетного расхода $q_{\text{расч}}$, л/с, определяют по работе [11]; l – длина напорного трубопровода от ГНС до диктующей точки, м.

Выбор марки и количества насосов. По вычисленным значениям q_w^{sp} и $H_{\text{тр}}$, используя каталоги выпускаемых насосов, подбирают марку насосных агрегатов.

На КНС наиболее часто устанавливаются динамические центробежные насосы типов СМ, СМС, СД, СДВ. Они предназначены для перекачивания бытовых и производственных сточных вод и других неагрессивных жидкостей.

Предпочтение отдается насосам с более высоким КПД в рабочей точке. При выборе марки насоса уточняются технические данные: число оборотов; напор; КПД; мощность; диаметр рабочего колеса.

Примеры условного обозначения насосных агрегатов.

СМ150-125-315a15-С;

СМС250-200-400600-5-Е,

где СМ; СМС – тип насоса; 150; 250 – диаметр входного патрубка, мм; 125; 200 – диаметр выходного патрубка, мм; 315; 400 – диаметр рабочего колеса, мм; а, б – обозначение варианта рабочего колеса, уменьшенного по внешнему диаметру; 2; 4 – обозначение частоты вращения вала; С; 5 – обозначение исполнения уплотнения вала; Е – обозначение взрывобезопасного исполнения.

СД 100/40б ,

СДВ 7200/29,

где СД; СДВ – тип насоса; 100; 7200 – номинальная подача, м³/ч; 40; 29 – напор, соответствующий номинальной подаче, м; б – обозначение варианта рабочего колеса, уменьшенного по внешнему диаметру.

В зависимости от категории надежности действия насосных станций (табл. 4.1) по табл. 4.2 принимается количество резервных насосов. Вместимость приемного резервуара главной насосной станции определяется на основании СП [4].

С учетом выбранного типа насосов и глубины заложения подводящего коллектора к главной насосной станции подбирается типовый проект насосной станции.

5. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В производственных системах водоотведения используются местные (локальные) очистные сооружения и другое специализированное оборудование. Локальные очистные сооружения предназначены в основном для механической очистки сточных вод путем отстаивания, фильтрации и т.д. К ним относятся решетки, песколовки, отстойники, жирос-, масло- и бензоуловители и т.д.

5.1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ

Выбор метода очистки сточных вод является достаточно сложной задачей и зависит от многих факторов, включая расход сточных вод, уровень загрязнения воды, тип загрязнения, степень необходимой очистки, энергозатраты и другие технико-экономические показатели. Для городских сточных вод наиболее распространена механико-биологическая очистка, а для очистки промышленных сточных вод используются механические, химические, физико-химические и биологические методы.

Механическая очистка применяется для отделения от сточных вод нерастворенных минералов и органических примесей. Как правило, механическая очистка является предварительным этапом перед другими видами очистки и редко бывает завершающей. Механическая очистка позволяет отделить 90...95% взвешенных частиц.

Химическая обработка сточных вод может использоваться как самостоятельный метод перед подачей воды в систему оборотного водоснабжения или сбросом в городские сети очистки сточных вод или водоемы. В некоторых случаях она может применяться перед биологической или физико-химической очисткой. Кроме того, химическая обработка используется как метод глубокой очистки городских сточных вод для дезинфекции промышленных сточных вод для обесцвечивания и удаления различных компонентов.

Физико-химические методы используются как самостоятельные методы очистки или в сочетании с механическими, химическими или биохимическими методами. Эти методы используются для очистки сточных вод химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей, легкой, текстильной и других отраслей промышленности.

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать многочисленные органические и неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах, в качестве питательных веществ.

5.2. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ

В резервуарах насосного оборудования или на сливах отдельных рабочих мест устанавливаются сетки (**решетки**), предназначенные для сдерживания крупных примесей и или волокнистых материалов, которые

могут помешать работе последующего оборудования по очистке сточных вод. Материал решетки подбирается с учетом активной реакции (рН) сточных вод.

Решетки устанавливают в приемных резервуарах, специальных камерах, колодцах и непосредственно в каналах. Угол наклона решетки к горизонтальной плоскости принимается не менее 60° (рис. 5.1).

Суммарная рабочая площадь отверстий решетки, m^2 :

$$F = f K,$$

где f – площадь живого сечения подводящего канала, m^2 ; K – коэффициент, принимаемый в зависимости от способа очистки;

$$F = \frac{q}{v},$$

где q – расход сточных вод, m^3/c ; v – скорость движения сточных вод в прозорах решетки.

Величина подпора сточной жидкости перед решеткой

$$h = a \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g},$$

где a – коэффициент скорости, принимаемый равным 0,7; v_1 и v_2 – скорость движения воды, m/c , соответственно в отверстиях решетки и в местах подхода к решетке.

Песколовки – сооружения для задержания песка и других тяжелых взвесей.

Основные размеры горизонтальных песколовков:

$$\omega = \frac{q}{v};$$

$$l = vt,$$

где ω – площадь живого сечения, m^2 ; q – расход сточных вод, m^3/c ; v – скорость протока сточных вод через песколовку, m/c ; l – длина рабочей части песколовки, m ; t – время протока сточных вод через песколовку.

Объем осадочной части песколовки принимается в зависимости от количества выпадающего осадка и периода его накопления (в промежутках между чистками). Механизированное удаление осадка предусматривается при объеме его более $0,5 m^3/сут.$

Конструкции некоторых песколовков приведены на рис. 5.2.

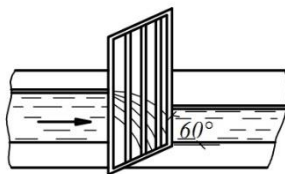


Рис. 5.1. Установка решеток в канале

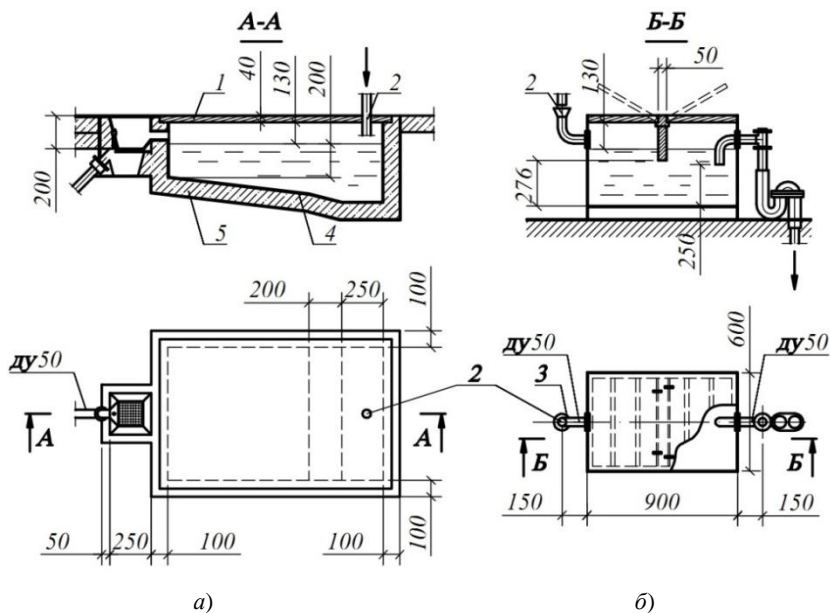


Рис. 5.2. Песколовки:

a – бетонная; *б* – стальная;

1 – деревянная съемная крышка; 2 – подающий трубопровод;
 3 – воронка из кровельной стали; 4 – цементная затирка; 5 – бетон

Для очистки сточных вод, содержащих механические загрязнения, на канализационной сети (внутри или на выпуске) устанавливают **грязеотстойники**.

Площадь поперечного сечения протока в грязеотстойнике

$$F = \frac{q}{v},$$

где q – расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{с}$; v – расчетная скорость потока, равная $0,003 \dots 0,005$ м/с.

Расчетная длина рабочей части грязеотстойника

$$L = 60tv,$$

где t – продолжительность протока сточной жидкости в отстойнике, равная $10 \dots 15$ мин.

Очистку грязевого отстойника рекомендуется проводить не реже одного раза в три дня. Объем грязевой секции должен составлять более $1/3$ рабочего объема отстойника, а высота грязевой секции не должна превышать 1 м.

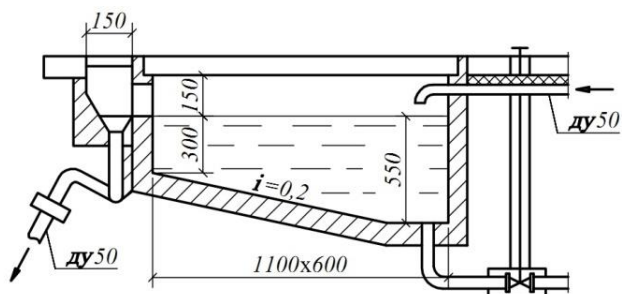


Рис. 5.3. Грязеотстойник

Конструкции грязеотстойников очень разнообразны: от небольших прямоугольных резервуаров (рис. 5.3) до специальных сооружений.

Для осветления производственных сточных вод используют **отстойники** любого типа (вертикальные, горизонтальные, радиальные и пр.) непрерывного или периодического действия (рис. 5.4). Тип отстойника выбирается в зависимости от количества сточных вод, режима их притока, характера взвешенных примесей и их концентрации, технико-экономических показателей строительства и эксплуатации.

Расчет отстойников производится по максимальному часовому притоку сточных вод в отстойник или по среднему расходу при наличии среднего или контрольного отстойника.



а)



б)

Рис. 5.4. Отстойник:

а – горизонтальный; *б* – радиальный

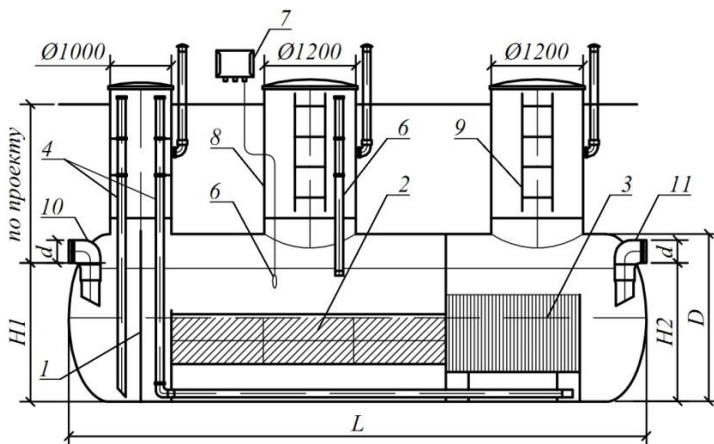


Рис. 5.5. Бензоуловитель:

1 – сетчатый фильтр; 2 – коалесцирующие модули; 3 – сорбционный блок с сорбентом; 4 – стояк для откачки осадка; 5 – стояк для откачки всплывших нефтепродуктов; 6 – датчик уровня нефтепродуктов; 7 – сигнализатор уровня нефтепродуктов; 8 – технический колодец; 9 – лестница; 10 – подводящий патрубок; 11 – отводящий патрубок

Бензоуловители (рис. 5.5) устанавливаются для улавливания более легких, чем вода, загрязнений (например, масла, бензина, газolina), попадающих в сточные воды при мойке автомобилей, поливе и мытье полов.

Бензоуловители должны быть достаточно маленькими, чтобы в одном резервуаре не скапливалось большое количество легковоспламеняющихся веществ. Сточные воды проходят через бензоуловитель за 4...5 мин со скоростью 0,005...0,010 м/с.

Жируловители (рис. 5.6) используются для задержания жира, сбрасываемого из столовых, заводов и кухонь, мясокомбинатов и других промышленных зданий.

Расчет жируловителя:

$$L = KB ;$$

$$V = LBH = KB^3 ,$$

где L – длина жируловителя, м; K – коэффициент, принимаемый равным 2–3; B – ширина жируловителя, м; V – объем воды в жируловителе, м³; H – глубина воды в жируловителе (обычно принимается равной B);

$$Q_{\text{п}} = nV = nKB^3 ,$$

$Q_{\text{п}}$ – пропускная способность, м³; n – число обменов воды за 1 ч.

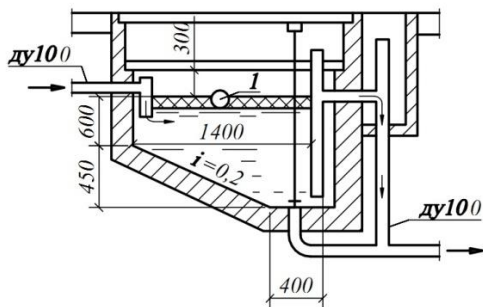


Рис. 5.6. Жироуловитель:

1 – труба стока жира

На сегодняшний день промышленные жироуловители производят из разных материалов. Наибольшим спросом пользуются полиэтиленовые жироуловители. Это обусловлено популярностью применения пластика и, конечно же, его неоспоримыми преимуществами. Для изготовления такого вида продукции пластик выступает оптимальным вариантом. Среди достоинств можно выделить антикоррозийные свойства, легкость материала, герметичность изделия и двухслойную конструкцию стенок жироуловителя.

Жир всплывает кверху и по мере наполнения резервуара удаляется различными способами (рис. 5.7), но не реже одного раза в месяц. Чтобы осуществлять контроль процесса наполнения, жироуловитель дополнительно оборудуют датчиком уровня жира и сигнализатором.

Канализационная линия от приемника до жироуловителя склонна к засорению жировыми, гнилостными отложениями, что требует прочистки выпуска и проведения модернизационных работ. Для очистки жироуловителя необходимо использовать пар или горячую воду.



Рис. 5.7. Обслуживание жироуловителя

6. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ

6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СХЕМЫ ВОДОСТОКОВ ЗДАНИЯ

Дождевые и талые воды с кровли зданий могут удаляться сбросом воды со свесов или организованным отводом по наружным или внутренним водостокам.

Наружные водостоки состоят из желобов, которые собирают воду со ската крыши и водосточных труб с воронками, сбрасывающих воду на отмостку около здания.

Внутренние водостоки отводят воду по трубопроводам, расположенным внутри здания в наружные сети дождевой или общесплавной канализации (закрытый выпуск) (рис. 6.1).

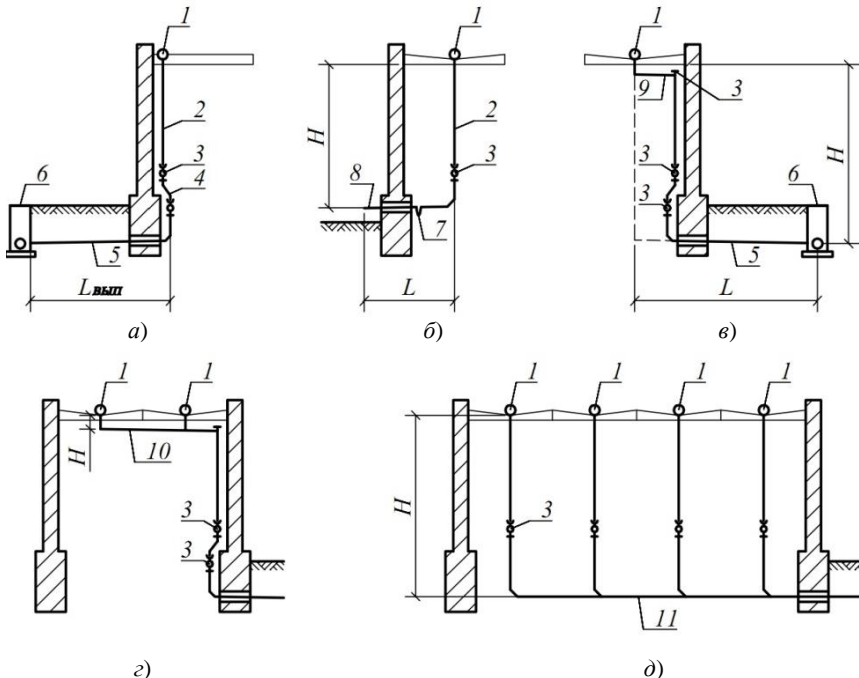


Рис. 6.1. Схемы внутренних водостоков:

- 1 – водосточная воронка; 2 – стояк; 3 – прочистка и ревизия; 4 – отступ;
5 – выпуск; 6 – приемный колодец; 7 – гидрозатвор; 8 – открытый выпуск;
9 – подвесная линия; 10 – сборный подвесной трубопровод;
11 – сборный подпольный трубопровод

Присоединение водостоков к хозяйственно-бытовой системе канализации не допускается. При отсутствии дождевой канализации выпуск предусматривается в лотки около здания (открытый выпуск) (рис. 6.2, б).

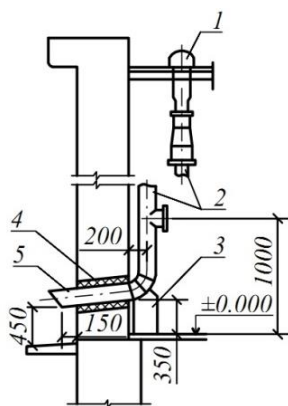
Перпендикулярная схема характеризуется отсутствием сборных водосточных трубопроводов (рис. 6.1, а, б, в). От водоприемной воронки дождевые воды отводят по стояку, соединенному непосредственно с открытым или закрытым выпуском.

По пересеченной схеме на чердаке здания устраивают отводные сборные подвесные линии или сборные подпольные коллекторы, размещаемые в подвале или техническом подполье здания. Сборные подвесные трубопроводы объединяют все или часть водоприемных воронок и отводят воду в один стояк и выпуск (рис. 6.1, г). Сборный коллектор собирает воду от группы стояков и отводит ее в один общий выпуск (рис. 6.1, д).

На рисунке 6.2 приведен вариант выпуска на отмостку при расчетной температуре наружного воздуха до +5 °С.

Водосточные приемные воронки размещают с учетом рельефа кровли и допускаемой на одну воронку площади водосбора (рис. 6.3). Максимальное расстояние между воронками 48 м.

Уклон участков кровель и ендов в сторону приемных воронок должен быть не менее 0,010...0,015. Воронки присоединяют к стоякам с помощью компенсационных раструбов с эластичной заделкой.



а)



б)

Рис. 6.2. Выпуск водостоков на отмостку:

а – схема; б – внешний вид;

1 – воронка; 2 – водосточный стояк; 3 – бетонный или кирпичный упор;

4 – термоизоляция; 5 – цементная штукатурка

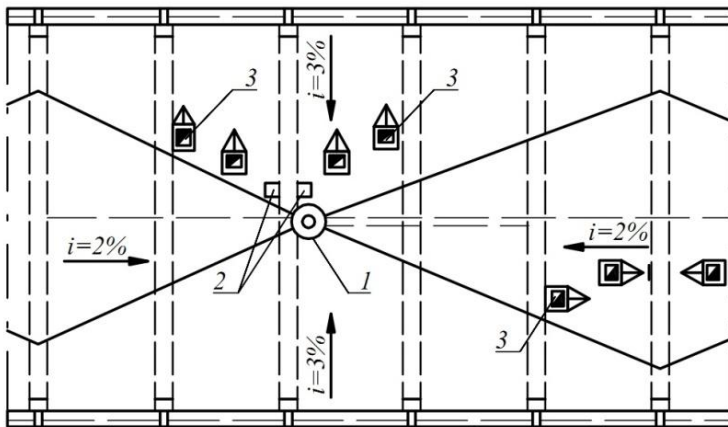


Рис. 6.3. Фрагмент плана кровли:

1 – водосток; 2 – канализационные стояки; 3 – вентиляционные шахты

У всех деформационных швов требуется устанавливать две воронки (по обе стороны шва). При присоединении этих воронок к одному стояку или общему подвесному трубопроводу следует предусматривать возможность некоторого сдвига труб, применяя компенсирующие стыки (компенсирующие раструбы с эластичной заделкой их) (рис. 6.4) или резиноканевые рукава, обеспечивающие герметичность всех соединений.

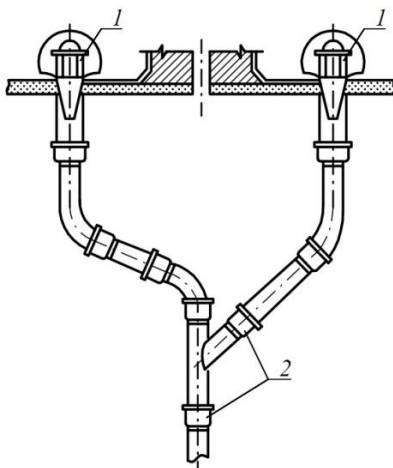


Рис. 6.4. Компенсирующий стык:

1 – водосточная воронка; 2 – канализационные стояки

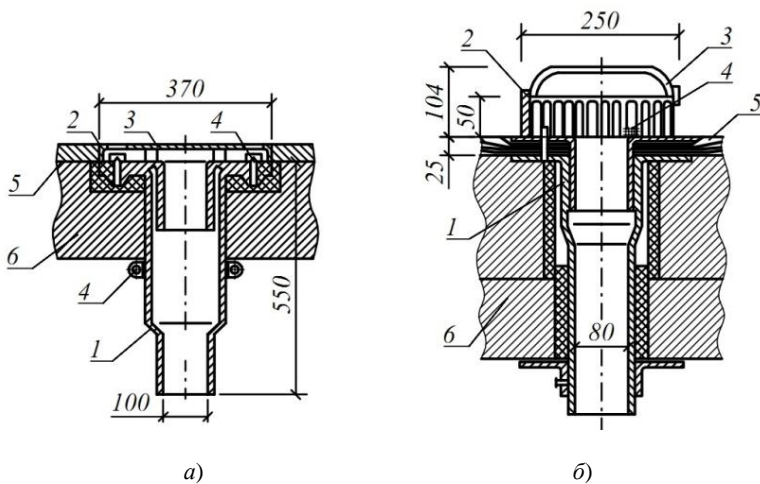


Рис. 6.5. Водосточные воронки:

a – плоская; *б* – колпаковая;

1 – сливной патрубок; *2* – прижимной фланец; *3* – колпак (решетка);

4 – крепеж; *5* – гидроизоляция; *6* – перекрытие

Конструкции воронок бывают двух типов: плоские и колпаковые (рис. 6.5). Воронки с решетками (плоские) (рис. 6.5, *a*) устанавливают на плоских эксплуатируемых кровлях. Воронки с колпаком (колпаковые) (рис. 6.5, *б*) применяют на скатных, а также плоских неэксплуатируемых кровлях.

Водостоки следует устанавливать вдали от внешних стен, колонн и стен в отапливаемых помещениях, чтобы минимизировать длину подземных труб. Не рекомендуется заделывать стояки в конструкции здания, так как во время таяния снега на стенках труб образуется конденсат. Наиболее эффективно устанавливать стояки в стенах, не примыкающих к жилым комнатам, например в нишах, на лестничных клетках и в коридорах.

Отводы служат для отвода воды из здания. Открытые водостоки выполняются в виде стальных или чугунных труб, выступающих на 150...200 мм от стены здания и не менее чем на 150 мм над тротуаром. Для предотвращения замерзания водостоков зазор между стеной и трубами заполняют слоем утеплителя и оштукатуривают цементным раствором. Для отвода талого снега зимой и весной используется трубопровод с краном, подключенный к системе бытовой канализации.

6.1. Уклон труб системы водостоков

Параметр	Величина			
Диаметр труб, мм	50	100	150	200
Минимальный уклон труб системы водостоков	0,020	0,008	0,005	0,004

Закрытые выпуски собирают воду из одного или нескольких стояков и выводят ее за пределы здания по сети горизонтальных трубопроводов, проложенных в земле или под землей.

Диаметр отводящей трубы должен быть не меньше максимального диаметра стояка, к которому она подключается, и проверяется расчетом.

Для обеспечения малой глубины заглубления сеть трубопроводов следует прокладывать с наименьшим уклоном (табл. 6.1).

6.2. РАСЧЕТ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ

Внутренние водостоки должны обеспечить отвод максимальных расходов дождевых вод, которые можно ожидать в данной местности.

Расчетные расходы дождевых вод с водосборной площади:

- для плоских кровель с уклоном до 1,5% включительно

$$q = \frac{Fq_{20}}{10\,000};$$

- для скатных кровель с уклоном свыше 1,5%

$$q = \frac{Fq_5}{10\,000},$$

$$q_5 = 4^n q_{20}.$$

где F – водосборная площадь, м²; q_{20} и q_5 – интенсивность дождя в л/с с га (для данной местности продолжительностью 20 и 5 мин при периоде расчетной интенсивности); n – показатель степени, зависит от географического расположения и периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя.

Диаметр стояка выбирают с таким расчетом, чтобы расчетный расход дождевых вод не превышал максимальных расходов (табл. 6.2).

6.2. Расход дождевых вод на водосточный стояк

Параметр	Величина			
Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

Тип и диаметр водосточной воронки принимается по паспортным данным.

Для районов, в которых интенсивность дождя q_{20} , не может быть определена по формуле [14]

$$q_{20} = 0,071H\sqrt{d_b} ,$$

где H – среднегодовое количество атмосферных осадков за многолетний период, мм; d_b – средний дефицит влажности (за период не менее 5 лет), определяемый по местному количеству жидких атмосферных осадков, мм рт. ст.

Средний дефицит влажности

$$d_b = \frac{\sum dh}{\sum h} ,$$

где d – среднемесячный дефицит влажности, мм рт. ст.; h – среднемесячное количество атмосферных осадков, мм.

Критический расход, который пропускает водосточная система:

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}} ,$$

где H – располагаемый напор, м; S_0 – полное сопротивление системы $(\text{м} \cdot \text{с}^2) / \text{л}^2$.

Полное сопротивление системы

$$S_0 = Al + A_m \sum \xi ,$$

где A – удельное сопротивление трению, Па/м; l – длина трубопровода, м; A_m – удельное местное сопротивление, Па/м; $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

6.3. Удельные местные сопротивления трению

Параметр	Величина						
d , мм	75	80	100	125	150	200	250
A_m (для л/с)	$26 \cdot 10^{-4}$	$20 \cdot 10^{-4}$	$83 \cdot 10^{-5}$	$34 \cdot 10^{-5}$	$165 \cdot 10^{-6}$	$52 \cdot 10^{-6}$	$21 \cdot 10^{-6}$

Конструкция водосточной системы должна обеспечивать при минимальных диаметрах труб пропуск расчетного расхода воды с принятой водосборной площади, т.е. должно соблюдаться условие $Q_{\text{расч}} = Q_{\text{кр}}$.

Удельные местные сопротивления трению A_m принимают в зависимости от внутреннего диаметра фасонных частей d .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершение учебного пособия «Системы водоснабжения и водоотведения» следует отметить, что за рамками рассмотренного материала осталось множество отдельных важных моментов, связанных с системами водоотведения.

При изложении материала учебного пособия авторы постарались сосредоточить свое внимание на вопросах устройства и принципах функционирования рассматриваемых систем, а также основах гидравлического расчета, расчета и подбора оборудования, устанавливаемого в системах водоотведения.

Учебное пособие призвано вооружить студентов знаниями, позволяющими подойти к проектированию систем водоотведения достаточно подготовленными. При этом необходимые уточнения и дополнения студенты должны почерпнуть при самостоятельном изучении нормативной документации, технических справочников и учебников. В пособии практически не нашли отражения вопросы эксплуатации и ремонта рассматриваемых систем и сооружений, технико-экономической оценки выбранных проектных решений и другие вопросы.

При подготовке учебного пособия авторы стремились по возможности лаконично изложить учебный материал, при этом широко использовались различные схемы и рисунки, позволяющие наглядно представлять особенности того или иного процесса или отдельной конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Воронов, Ю. В.** Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с. – ISBN 5-93093-119-4. – Текст: непосредственный.

2. **СП 30.13330.2020.** Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 920/пр.: пересмотр СП 30.13330.2016: дата введения 1 июля 2021 г. / разработан НИИСФ РААСН, НП АВОК, ФГБОУ СПбГАСУ, ООО «Спец Строй Проект», ООО «ХЛ-РУС», ПКП НПО «Мосспецавтоматика», ООО ППФ «АК». – М. : Стандартинформ, 2021 – 94 с. – Текст: непосредственный.

3. **Ишева, Н. И.** Водоотводящие сети. Проектирование бытовой водоотводящей сети : учебное пособие / Н. И. Ишева, Б. М. Гришин, М. В. Бикунова. – Пенза : ПГУАС, 2015. – 112 с. – Текст: непосредственный.

4. **СП 32.13330.2018.** Канализация. Наружные сети и сооружения: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 860/пр.: пересмотр СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения»: дата введения 26 июля 2019 г. / разработан НИИСФ РААСН, ПГУПС, СПбГАСУ, АО НИИ ВОДГЕО, Ассоциация «ЖКХ и городская среда», ООО «РЭСЭКОСТРОЙ», АО «МосводоканалНИИпроект», ЗАО ВИВ, ФГБОУ ВО НИ МГСУ, ООО «УК «Группа ПОЛИПЛАСТИК», ООО «Липецкая трубная компания «Свободный сокол». – М. : Стандартинформ, 2020 – 84 с. – Текст: непосредственный.

5. **Внутренние санитарно-технические устройства** : справочник проектировщика : в 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю. Н. Саргин, Л. И. Друскин, И. Б. Покровская и др. ; под ред. И. Г. Старовойтова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1990. – 247 с.: ил. – ISBN 5-274-01130-6. – Текст: непосредственный.

6. **Ишева, Н. И.** Проектирование сооружений на водоотводящих сетях : учеб. пособие / Н. И. Ишева, Л. А. Груннюшкина, М. В. Бикунова ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. П. Скачкова. – Пенза : ПГАСА, 2013. – 88 с. – 80 экз. – Текст: непосредственный.

7. **Курганов, А. М.** Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения : справочник / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров ; под ред. А. М. Курганов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Стройиздат, 1986. – 440 с. – Текст: непосредственный.

8. **Водоотводящие** сети поверхностных сточных вод : учеб. пособие / А. Б. Адельшин и др. – Казань : Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2012. – 67 с. – ISBN 978-5-7829-0371-8. – Текст: непосредственный.

9. **Алексеев, М. И.** Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий : учеб. пособие / М. И. Алексеев, А. М. Курганов. – М. : Изд-во АСВ; СПб. : СПбГАСУ, 2000 – 352 с. – ISBN 5-93093-089-9 – Текст: непосредственный.

10. **СП 31.13330.2021.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 1016/пр.: пересмотр СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02–84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»: дата введения 28 января 2022 г. / разработан НИИСФ РААСН, РАВВ, ЗАО ВИВ, 2022 – 121 с. – Текст: непосредственный.

11. **Шевелев, Ф. А.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984. – 116 с. – Текст: непосредственный.

12. **Колова, А. Ф.** Водоснабжение и водоотведение : учеб. пособие / А. Ф. Колова, Т. Я. Пазенко. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 148 с. – ISBN 978-5-7638-2427-8 – Текст: непосредственный.

13. **Тимонин, А. С.** Инженерно-экологический справочник : справочник : в 3 т. / А. С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – 2 т. – 884 с. – ISBN 5-89552-072-3 – Текст: непосредственный.

14. **Курганов, А. М.** Таблицы параметров предельной интенсивности дождя для определения расходов в системах водоотведения : справ. пособие / А. М. Курганов – М. : Стройиздат, 1984. – 111 с. – Текст: непосредственный.

15. **Алексеев, М. И.** Гидравлический расчет сетей водоотведения : справ. пособие. Ч. 1. Закономерности движения жидкости / М. И. Алексеев, Ф. В. Кармазинов, А. М. Курганов. – СПб. : Санкт-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т, 1997. – 127 с. – Текст: непосредственный.

16. **Лукиных, А. А.** Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского : справ. пособие / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – 4-е изд., доп. – М. : Стройиздат, 1974. – 156 с. – Текст: непосредственный.

17. **Доскина, Э. П.** Водоотводящие сети [Электронный ресурс] : метод. указания к курсовому проекту / Э. П. Доскина, Т. Д. Кичева, С. Г. Коган. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. – URL : <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/>

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ

А.1. Расчетные расходы воды и стоков для санитарно-технических приборов

№	Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			Расход стоков от прибора, л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
		общий	холодной	горячей	общий	холодной	горячей		подводки	отвода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Умывальник, рукомойник с водоразборным краном	0,1	0,1	–	30	30	–	0,15	10	32
2	То же, со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	0,15	10	32
3	Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная	0,15	0,15	–	50	50	–	0,3	10	40
4	Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	1,0	10	40
5	Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	1,0	15	50
6	Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	1,1	10	40

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	300	300	–	1,5	10	40
8	Ванна медицинская со смесителем условным диаметром, мм:									
	20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	2,3	20	50
	25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	3	25	75
	32	1,4	1	1	1060	710	710	3	32	75
9	Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	0,5	10	40
10	Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	0,2	10	40
11	Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	0,6	10	40
12	Душ в групповой установке со смесителем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	0,2	10	50
13	Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	0,15	10	32
14	Нижний восходящий душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	0,3	15	40

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Колонка в мыльне с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	–	1000	1000	–	0,4	20	–
16	Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	–	83	83	–	1,6	8	85
17	Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	–	81	81	–	1,4	–	85
18	Писсуар	0,0325	0,0325	–	36	36	–	0,1	10	40
19	Писсуар с полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	–	36	36	–	0,2	15	40
20	Питьевой фонтанчик	0,04	0,04	–	72	72	–	0,05	10	25
21	Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	0,3	15	–
22	Трап условным диаметром, мм:									
	50	–	–	–	–	–	–	0,7	–	50
	100	–	–	–	–	–	–	1,1	–	100
23	Посудомоечная машина	0,2	0,2	–	9	9	–	0,15	15	20
24	Стиральная машина	0,2	0,2	–	60	60	–	1	15	20

А.2. Расчетные расходы воды потребителям

№	Водопотребители	Единица измерения	Расчетные расходы воды, д				Расход воды прибором, л/с (л/ч)		Т, ч
			среднесуточные		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей	
			общий	горячей	общий	горячей			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Жилые дома квартирного типа:								
	- с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	70	-	5	-	0,2 (50)	0,2 (50)	24
	- с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе		110	-	8,1	-	0,3 (300)	0,3 (300)	24
	- с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями		120	-	8,7	-	0,3 (300)	0,3 (300)	24
	- с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами		130	50	8,2	4,5	0,2 (100)	0,14 (60)	24

Продолжение табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	- с сидячими ваннами, оборудованными душами	1 житель	160	65	10,3	5,7	0,3 (300)	0,2 (200)	24
	- с ваннами длиной от 1500 мм, оборудованными душами	1 житель	180	70	11,6	6,5	0,3 (300)	0,2 (200)	24
2	Общежития:								
	- с общими душевыми	1 человек	85	45	10,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)	24
	- с душами при всех жилых комнатах		110	50	12,5	7	0,2 (100)	0,14 (60)	24
	- с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания		120	70	10,2	6,38	0,2 (100)	0,14 (60)	24
3	Гостиницы, пансионаты и мотели:								
	- с общими ваннами и душами	1 человек	120	60	12,5	7	0,3 (300)	0,2 (200)	24
	- с душами во всех отдельных номерах		230	120	19	10,2	0,14 (115)	0,14 (80)	24
	- с ваннами в отдельных номерах, % общего числа номеров:								
	до 25	1 человек	200	85	22,4	8,8	0,3 (250)	0,2 (180)	24
	до 75		250	130	28	12,8	0,3 (280)	0,2 (190)	24
	до 100		300	160	30	13,6	0,3 (300)	0,2 (200)	24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Больницы:								
	- с общими ваннами и душами	1 койка	115	65	8,4	4,6	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с санузлами, приближенными к палатам		200	75	12	6,55	0,3(300)	0,2(200)	24
	- инфекционные		240	95	14	8,1	0,2(200)	0,14(120)	24
5	Санатории и дома отдыха:								
	- с общими душами	1 место	130	55	12,5	7	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с душами при всех жилых комнатах		150	65	12,5	7	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с ваннами при всех жилых комнатах		200	100	10	4,2	0,3(300)	0,2(200)	24
6	Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	13	4,4	2,6	1	0,2(80)	0,14(60)	10
7	Дошкольные образовательные организации:								
	с дневным пребыванием детей:								
	- со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	22	10	9,5	3,8	0,14(100)	0,1(60)	10
- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	60		21	18	6,8	0,2(100)	0,14(60)	10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	с круглосуточным пребыванием детей:								
	- со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	40	20	10	3,8	0,14(100)	0,1(60)	24
	- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		90	25	18	6,8	0,2(100)	0,14(60)	24
8	Прачечные:								
	- механизированные	1 кг сухого белья	75	21,3	75	21,3	По технологическим данным		-
	- немеханизированные		40	12,8	40	12,8	0,3(300)	0,2(200)	-
9	Административные здания	1 работающий	12	4,5	4	1,7	0,14(80)	0,1(60)	8
10	Образовательные организации, организации профессионального и высшего образования								
	с душевыми в гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	17,2	5	2,7	1	0,14(100)	0,1(60)	8
11	Лаборатории								
	общеобразовательных организаций и организаций профессиональных и высшего образования	1 прибор в смену	220	95	43,2	18,4	0,2(200)	0,2(200)	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Образовательные организации:								
	- с душевыми при гимнастических залах и столовым, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 преподаватель	16	5	3,5	1,2	0,14	100	8
	- то же, с продленным днем		12	2,9	3,1	0,85	0,14	100	8
13	Образовательные организации - интернаты с помещениями:								
	- учебными (с душевыми при гимнастических залах)	1 учащийся и 1 преподаватель	9	2,7	3,1	0,85	0,14	100	24
	- спальными	1 место	70	30	9	5,1	0,14	100	-
14	Аптеки:								
	- торговый зал и подсобные помещения	1 место	12	4	4	1,7	0,14	60	12
	- лаборатория приготовления лекарств		310	47	32	7	0,2	300	12
15	Предприятия общественного питания с приготовлением пищи:								
	- реализуемой в обеденном зале	1 условное блюдо, в т.ч. 2л на мытье	12	3,4	12	3,4	0,3	300	-
	- продаваемой на дом		10	2,6	10	2,6	0,3	300	-

Продолжение табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Магазины:								
	- продовольственные	1 работник в смену или 20 м ² торгового зала	250	55	37	8,2	0,3	300	8
	- промтоварные	1 работник в смену	12	4	4	1,7	0,14	80	8
17	Парикмахерские	1 рабочее место в смену	56	28	9	4	0,14	60	12
18	Кинотеатры	1 место	4	1,3	0,5	0,17	0,14	80	4
19	Клубы	1 место	8,6	2,2	0,9	0,34	0,14	80	
20	Театры:								
	- для зрителей	1 место	10	4	0,9	0,26	0,14	60	4
	- для артистов	1 артист	40	21	3,4	1,9	0,14	80	8
21	Стадионы и спортзалы:								
	- для зрителей	1 место	3	0,85	0,3	0,85	0,14	60	4
	- для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	50	25	50	25	0,2	80	11

Продолжение табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	- для спортсменов	1 спортсмен	100	51	10	51	0,2(80)	0,14(50)	11
22	Плавательные бассейны:								
	- пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	10	-	-	-	-	-	8
	- для зрителей	1 место	3	0,85	0,3	0,09	0,14(60)	0,1(40)	6
	- для спортсменов (с учетом приема душа)	1 спортсмен (1 физкультурник)	100	51	100	51	0,2(80)	0,14(50)	8
23	Бани:								
	<u>- для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе</u>	1 посетитель	180	100	180	100	0,4(180)	0,4(120)	3
	- то же, с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе		290	160	290	160	0,4(290)	0,4(190)	3
	- душевая кабина		360	200	360	200	0,2(360)	0,14(240)	3
	- ванная кабина		540	300	540	300	0,3(540)	0,2(360)	3

Продолжение табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	Душевые в бытовых помещениях промышленных предприятий	1 душевая сетка в смену	500	230	500	230	0,2(500)	0,14(270)	-
25	Цеха:								
	- с тепловыделениями св. 84 кДж на 1 м ³ /ч	1 чел. в смену	45	20,4	14,1	7,1	0,14(60)	0,1(40)	6
	- остальные цеха		25	9,4	9,4	3,7	0,14(60)	0,1(40)	8
26	Расход воды на поливку:								
	- травяного покрова	1 м ²	3	-	-	-	-	-	-
	- футбольного поля		0,5	-	-	-	-	-	-
	- остальных спортивных сооружений		1,5	-	-	-	-	-	-
	- совершенствованных покрытий, тротуаров, площадей, заводских проездов		0,4-0,5	-	-	-	-	-	-
	- зеленых насаждений, газонов и цветников		3-6	-	-	-	-	-	-
27	Заливка поверхности катка		1 м ²	0,5	-	-	-	-	-
Примечания:									
1. Величина удельного водопотребления может корректироваться для климатических районов строительства III и IV по СП 131.13330 в зависимости от мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности									

застройки и местных условий. Конкретное значение величины удельного хозяйственно-питьевого водопотребления для данных районов принимается на основании данных по оценке фактического удельного водопотребления по приборам учета и утверждается постановлением органов местной власти.

2. Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых помещениях производственных предприятий, на стирку белья в прачечных, на приготовление пищи на предприятиях общественного питания (работающих на сырье), а также на водолечебные процедуры в водолечебницах, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, следует учитывать дополнительно. Настоящие требования не распространяются на потребителей, для которых в настоящей таблице приведены расчетные расходы водопотребления, включающие расход воды на указанные нужды.

3. Расход воды на производственные нужды, не указанный в настоящей таблице, следует принимать в соответствии с технологическим заданием и указаниями по строительному проектированию предприятий отдельных отраслей промышленности.

4. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в настоящей таблице, расчетные расходы воды следует принимать согласно настоящему приложению для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.

5. Расчетные расходы воды в медицинских организациях на технологические нужды следует принимать по таблице 7.8 СП 158.13330.2014.

6. Расчетные расходы воды на поливку территории установлена из расчета одной поливки. Число поливок в сутки следует принимать в зависимости от климатических условий.

7. При наличии в комплексе промышленного предприятия отдельно стоящего бытового корпуса для обслуживания работающих в одном или нескольких близлежащих производственных зданиях расчетный расход воды одним потребителем следует принимать с коэффициентом 0,6 для пользователей бытового корпуса и работающих на производстве.

8. На предприятиях общественного питания число реализуемых блюд в час $U_{ч}$ и в сутки $U_{сут}$ следует определять по формулам:

$$U_{ч} = 2,2 n m, U_{сут} = U_{ч} T y,$$

где n – число посадочных мест; m – число посадок, принимаемое для столовых открытого типа и кафе равным 2; для студенческих столовых и при промышленных предприятиях – 3; для ресторанов – 1,5; T – время работы предприятия общественного питания, ч; y – коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня, принимаемый для столовых и кафе – 0,45; для ресторанов – 0,55; для других предприятий общественного питания при обосновании допускается принимать 1,0.

Расчетные расходы воды включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслужи-

вания персонала, посетителями, на уборку помещения и т. д.)

Время работы предприятий общественного питания с учетом приготовления пищи и мытья оборудования, определяется технологической частью проекта.

9. В предприятиях общественного питания, где приготовление пищи не предусмотрено (буфеты, бутербродные и т. п.), расчетные расходы воды следует принимать как разницу между расчетными расходами в предприятиях,готавливающих и реализующих пищу в обеденном зале и продающих на дом. Расчетный расход воды на 1 т продукции определяется технологической частью проекта.

10. При неавтоматизированных стиральных машинах в прачечных и при стирке белья со специфическими загрязнениями расчетный расход горячей воды на стирку 1 кг сухого белья допускается увеличивать до 30%.

11. Санитарно-технические устройства и расходы воды для служб приготовления пищи и прачечных следует принимать в соответствии с нормами по проектированию предприятий общественного питания и предприятий бытового обслуживания населения.

12. Расчетные расходы воды установлены для климатических районов строительства I и II по [СП 131.13330](#). Нормы расхода воды для климатических районов строительства III и IV следует принимать с учетом утвержденных региональными органами власти величин, которые являются приоритетными по отношению к приведенным в настоящей таблице.

13. Число проживающих в жилых многоквартирных домах для проектирования внутренних сетей рекомендуется определять в соответствии с [таблицей 5.1](#) СП 42.13330.2016.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ	4
1.1. Сточные воды и их краткая характеристика	4
1.2. Основные элементы водоотводящих систем	6
1.3. Системы водоотведения городов.....	10
1.4. Системы водоотведения промышленных предприятий	13
1.5. Внутренние системы водоотведения зданий и сооружений	15
1.5.1. Объемно-планировочные требования	15
1.5.2. Приемники сточных вод	18
2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ.....	20
2.1. Трубопроводы	20
2.2. Определение расчетных расходов.....	22
2.3. Основы гидравлического расчета.....	24
3. УСТРОЙСТВО ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ	36
3.1. Трубопроводы и лотки	36
3.1.1. Канализационные трубы из керамики	36
3.1.2. Железобетонные трубы для канализации	37
3.1.3. Канализационные асбестоцементные трубы	39
3.1.4. Металлические канализационные трубы	39
3.1.5. Трубы полимерные.....	41
3.2. Основания под трубы	43
3.3. Колодцы и камеры	45
3.3.1. Смотровые колодцы.....	45
3.3.2. Перепадные колодцы	47
3.3.3. Разделительные камеры.....	49
3.4. Дюкеры	50
3.5. Особенности устройства внутренних сетей	52

3.5.1. Места и особенности прокладки сетей канализации	52
3.5.2. Вентиляция сети канализации.....	53
3.5.3. Ревизии и прочистки	54
3.5.4. Выпуски канализации	55
4. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ СТОЧНЫХ ВОД	57
4.1. Назначение и классификация насосных станций.....	57
4.2. Определение категории канализационной насосной станции	59
4.3. Выбор марки и количества основных насосных агрегатов	61
5. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	64
5.1. Методы очистки	64
5.2. Местные установки.....	64
6. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ.....	70
6.1. Назначение и схемы водостоков здания	70
6.2. Расчет внутренних водостоков	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	81

Учебное электронное издание

ПОПОВ Олег Николаевич
ГРИБКОВ Алексей Николаевич

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

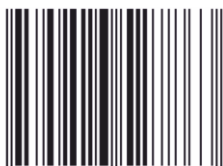
В ДВУХ ЧАСТЯХ

ЧАСТЬ 2

Учебное пособие

Редактор Л. В. Комбарова
Графический и мультимедийный дизайнер Н. И. Кузильная
Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

ISBN 978-5-8265-2786-3



9 785826 527863

Подписано к использованию 24.06.2024.

Тираж 50 шт. Заказ № 79

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14
Тел./факс (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru