

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»**  
**(РУТ (МИИТ))**  
**РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА**  
**(РОАТ)**

**КАФЕДРА «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

**ЕЛСУКОВ А.В., кандидат технических наук**

*Тематические материалы к лекциям*

**по учебной дисциплине**

# **«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ»**

Направление/специальность: 08.03.01 Строительство

(код, наименование специальности /направления)

Профиль/специализация: Промышленное и гражданское строительство

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

# **СОДЕРЖАНИЕ**

## **Раздел 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ.**

- 2.1. Системы и схемы водоотведения населенных мест.**
- 2.2. Наружные канализационные сети и сооружения.**
- 2.3. Внутренняя канализация зданий и сооружений.**
- 2.4. Основы расчета систем водоотведения.**



## **Раздел 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ.**

### **1. Системы и схемы водоотведения населенных мест.**

**Канализация представляет собой комплекс инженерных сооружений и мероприятий, предназначенных для следующих целей:**

- а) приема сточных вод в местах их образования и транспортирования их к очистным сооружениям;
- б) очистки и обеззараживания сточных вод;
- в) утилизации полезных веществ, содержащихся в сточных водах и их осадке;
- г) спуска очищенных вод в водоем.

**Система водоотведения представляет собой инженерную сеть, которая состоит из внутренних, внутриквартальных и наружных водоотводящих сетей, аварийно-регулирующих резервуаров, специальных сооружений, насосных станций и напорных трубопроводов, станций очистки сточных вод, выпусков аварийных нечищенных потоков сточных вод.**

**Схема водоотведения разрабатывается на основании принятой системы и является конкретным технически и экономически обоснованным решением по выбору и размещению комплекса инженерных сооружений для приема, транспортирования, очистки и выпуска их в водоем или передачи для последующего использования в сельском хозяйстве и промышленности.**

**Основные нормативные требования, предъявляемые к системам водоснабжения, в том числе для железнодорожных станции и поселков при них, изложены в СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения», СП 30.13330.2016 «СНиП 2.04.01-85. «Внутренний водопровод и канализация зданий».**

# Классификация сточных вод

В результате использования воды человеком в быту и на производстве и при транспортировании отходов она изменяет свои физические и химические свойства и образует сточную жидкость.

**Концентрация загрязнений** характеризуется массовой долей загрязнений в единице объёма сточных вод и зависит, главным образом, от норм водопотребления: чем больше воды расходуется на одного человека или единицу продукции, тем ниже концентрация загрязнений сточных вод.

**По физическому состоянию** загрязнения представляют собой взвешенные нерастворимые вещества, коллоиды и растворы. **Нерастворимые вещества** находятся в сточных водах в виде грубой суспензии с размерами частиц более 100 мкм и в виде тонкой суспензии (эмульсии) с размером частиц 0,01-0,1 мкм. **Коллоидные вещества** в воде имеют размеры частиц 0,1-0,001 мкм.

**По составу** загрязнения могут быть **органическими** (растительного и животного происхождения), **минеральными** и **бактериальными**. В бытовых сточных водах содержится примерно 60% загрязнений органического происхождения и 40% минерального.

**По происхождению и характеру загрязнения все сточные воды городов и населенных пунктов, а также промышленных предприятий можно разделить на следующие группы:**

**Бытовые сточные воды** образуются из вод, поступающих от раковин, умывальников, ванн, кранов, а также из бань, прачечных, душевых и воды от мытья полов (хозяйственные воды). Основную массу загрязнений составляют органические вещества растительного и животного происхождения, содержащие биогенные элементы такие как: углерод, азот, фосфор, сера и др.

**Производственные сточные воды** - воды, использованные в системах охлаждения оборудования и кондиционирования воздуха инженерных сооружений, в автопарках, мастерских, в технологических процессах производства и ремонта. Производственные сточные воды по их составу можно разделить на три группы: содержащие преимущественно минеральные загрязнения, органические соединения, смешанные загрязнения (органические и минеральные).

**Атмосферные (дождевые)** воды образуются от выпадения дождя (или таяния снега) и загрязняются отбросами, имеющимися на поверхности территории города или промышленного предприятия. Атмосферные сточные воды в городах, как правило, содержат минеральные, органические загрязнения.

**Специальные воды**, отводимые от санитарных пропускников, специальных сооружений, **Сеть бытовой системы водоотведения** – сеть, предназначена для отведения бытовых вод. **Сеть специальной водоотводки лабораторий и других специальных объектов** – сеть, предназначена для отведения, если они не оказывают вредного воздействия на процессы очистки, в противном случае для их отвода устраивают специальную сеть производственного водоотведения.

**Ливневая сеть или водосток** - сеть, предназначенную для отвода атмосферных вод.



## Системы водоотведения населенного пункта

Специфика, свойства, состав и концентрация загрязнений сточных вод определяют систему водоотведения, которая должна отвечать требованиям экономически оправданных технологий и схем очистки воды и условиям охраны природы.

Различие в характере и концентрации загрязнений отдельных видов сточных вод требует различных методов их очистки. В связи с этим возникает необходимость транспортирования отдельных видов сточных вод по самостоятельным трубопроводам.

В зависимости оттого, как отводятся отдельные виды сточных вод - совместно или раздельно, системы канализации разделяют на общесплавные, раздельные (полные или неполные) и комбинированные.

В соответствии с этими требованиями применяют **следующие системы водоотведения:**

**Общесплавная система** предусматривает отвод всех видов сточной жидкости на очистные сооружения по единой сети трубопроводов. В этом случае бытовые, производственные органического происхождения и атмосферные стоки сплавляются по единой системе трубопроводов на очистные сооружения.

**Раздельная система** – каждый вид сточных вод отводится на очистные сооружения по отдельным сетям. В этом случае устраивается не менее двух сетей. В зависимости от степени дифференцирования сточных вод различают: *полную раздельную систему*, в которой все виды сточных вод отводятся на обработку по самостоятельным сетям; *неполную раздельную систему*, которая отличается от полной по принципу отвода атмосферных вод по кюветам и открытым лоткам; *полураздельную систему*, отличающуюся от полной раздельной устройством, обеспечивающим частичный отвод первых порций наиболее загрязненных атмосферных вод в сеть, отводящую бытовые сточные воды. Отвод менее загрязненных атмосферных вод производится по лоткам, кюветам и канавам.

**Комбинированная система** связана с расширением городов и населенных пунктов, имеющих общесплавную систему водоотведения. Часть существующих коллекторов при этом используют для отвода бытовых и производственных стоков, а атмосферные стоки отводят по новым выстроенным коллекторам.

Система канализации промышленного предприятия выбирается в зависимости от: количества и состава производственных сточных вод, возможности повторного использования производственных сточных вод.

**Общесплавной** называется такая система канализации, у которой все виды сточных вод отводятся к очистным сооружениям или в водоем по единой канализационной сети.

Так как в период сильных дождей расход сточных вод, следующих на очистные сооружения, очень велик и в то же время концентрация загрязнений их мала, часть смеси сточных вод сбрасывается в водоем без очистки через специальные устройства - ливнеспуски, располагаемые обычно на главном коллекторе вблизи водоема (рис. 1).

Система, с санитарной точки зрения, является лучшей, поскольку все сточные воды поступают на очистные сооружения, а после них – в водоём. При такой системе канализации прокладывается один общий для всех сточных вод трубопровод (коллектор). Недостатком общесплавной системы канализации являются высокие первоначальные затраты из-за необходимости увеличения размеров отводных коллекторов (каналов) и очистных сооружений, а также большие эксплуатационные затраты при содержании этих сооружений.

Общесплавную систему канализации с санитарной и технико-экономической точек зрения целесообразно применять в следующих случаях:

- при наличии водоёма (водотока) для сброса сточных вод;
- если отсутствуют насосные станции перекачки или количество их не превышает трех;
- при минимальной протяженности общего коллектора или возможности устройства в начале его дождеспуска с коэффициентом разбавления частично сбрасываемых дождевых сточных вод, равным 2;
- если допускается сброс в водоём (водоток) части смеси дождевых и бытовых сточных вод после их механической очистки;
- если есть возможность выпуска всего количества сточных вод в водоём (водоток) без полной биологической очистки.



Рис. 1. Общесплавная система канализации

## РАЗДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ

**Раздельной** называют такую систему, в которой бытовые и загрязненные технические (производственные) сточные воды собираются и отводятся по самостоятельной сети труб на очистные сооружения, а дождевые и условно чистые технические по другим сетям отводятся без обработки в ближайший водоём или овраг.

При невозможности или нецелесообразности совместной обработки бытовых и загрязненных механических вод на территории предприятия устраиваются самостоятельные очистные сооружения.

Условно чистые воды от систем охлаждения могут направляться в систему оборотного технического водоснабжения.

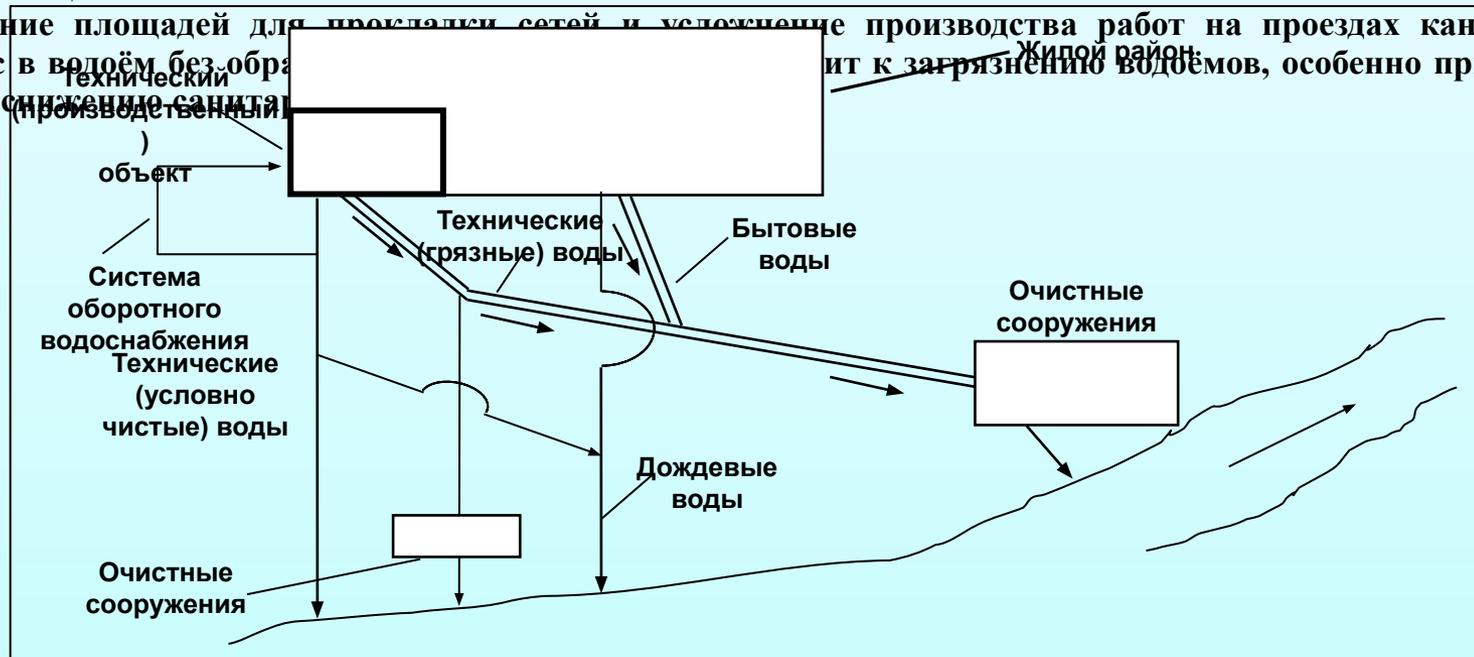
**Преимуществом** этой системы канализации являются:

- уменьшение первоначальных затрат на строительство, вследствие возможности разделения сроков начала и окончания строительства разных сетей в различное время;
- создание лучших условий гидравлического режима работы бытовой канализационной сети в течение суток.

Однако она имеет ряд существенных **недостатков**:

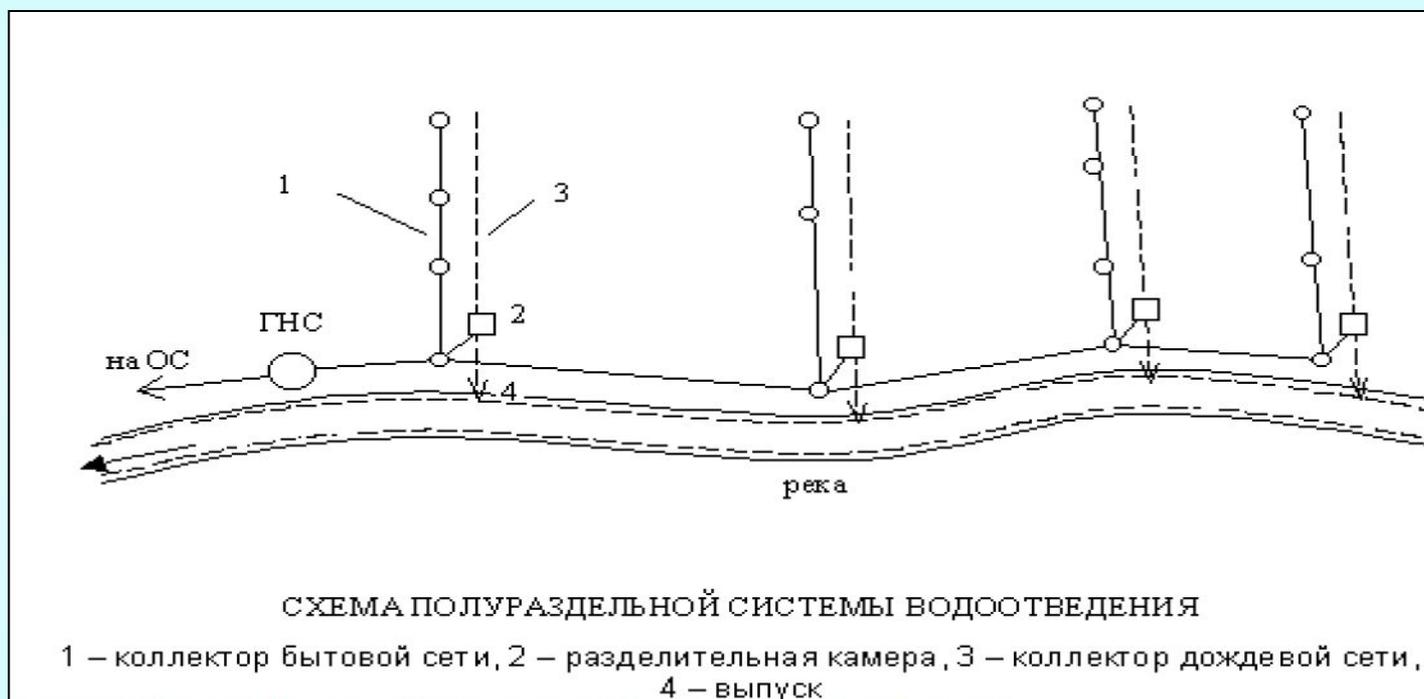
- менее приемлема по санитарным условиям, так как предполагает сброс дождевых и условно чистых технических сточных вод в пределах канализуемого объекта без очистки;
- увеличение объёма работ и стоимости строительства за счет укладки самостоятельных сетей дождевой и бытовой канализации.

- увеличение площадей для прокладки сетей и усложнение производства работ на проездах канализуемого объекта. Сброс в водоём без обработки сточных вод приводит к загрязнению водоёмов, особенно при малой их мощности, и к снижению санитарно-экологического состояния водоемов.



Раздельная система канализации

**Полураздельная система** водоотведения имеет две водоотводящие сети – производственно-бытовую и дождевую. В местах пересечения этих сетей устраивают разделительные камеры, назначение которых состоит в том, чтобы сбрасывать в водоем во время сильных дождей избыточную часть стока.



При **комбинированной системе** в разных районах города, в зависимости от степени благоустройства, рельефа, наличия промышленных предприятий и т.д., устраивают различные системы водоотведения.



## **Раздел 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ.**

### **2. Наружные канализационные сети и сооружения.**

# Наружная сеть водоотведения населенного пункта

Наружную сеть в зависимости от местоположения на территории объекта называют **дворовой**, **внутриквартальной**, **заводской**, **уличной**.

Водоотводящая сеть, расположенная в пределах одного дворового участка и объединяющую выпуски из отдельных зданий, называют **дворовой**.

Сеть, прокладываемую внутри квартала и объединяющую выпуски из зданий, квартала, **называют внутриквартальной**.

Заканчивается дворовая (внутриквартальная) сеть контрольным колодцем КК. В местах присоединения выпусков к сети устраивают колодцы, которые предназначены для наблюдения за исправной работой сети и ее прочистки в случае засорения.

Сеть, расположенную в пределах фабрично-заводской площадки, принимающую сточные воды от цехов и зданий, называют **заводской**. На промышленных предприятиях для приема сточных вод устраивают специальные приемники в виде воронок, трапов, лотков, которые устанавливают непосредственно у аппаратов и машин.

Система канализационных трубопроводов, уложенных по улицам и проездам и принимающая сточные воды из дворовых и внутриквартальных сетей, называют **уличной**.

Уличная сеть объединяется одним или несколькими **коллекторами**. **Коллектором** называют участок канализационного трубопровода, собирающего сточную жидкость с двух или нескольких уличных трубопроводов. Различают коллекторы бассейна водоотведения, главный коллектор. Крупные коллекторы называют каналами.

При больших заглублениях самотечной водоотводящей сети в пониженных местах устраивают **насосные станции** для подъема сточных вод на более высокие отметки или перекачивания их на очистные сооружения.

Трубопровод (канал), предназначенный для отведения очищенных сточных вод в водоем, называют **выпуском**. Выпуски устраивают также на коллекторах перед насосной станцией для сброса сточных вод в водоем без очистки в случае аварии на насосной станции; эти выпуски называют **аварийными**.

Участок сети, проложенной с резким перепадом в ее гравитационным напором, называют **дюкером**.

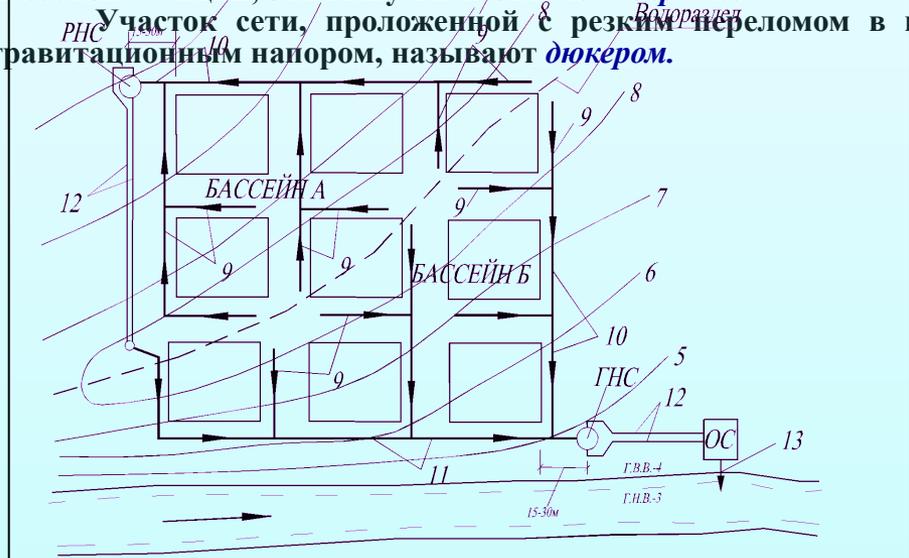


Рис. 2.6 – Схема внутриквартальной водоотводящей сети:

- 6 – выпуски из зданий; 7 – подземный самотечный трубопровод внутриквартальной сети; 8 – соединительная ветка; 9 – подземная самотечная уличная сеть; СК – смотровые колодцы; КК – контрольные колодцы

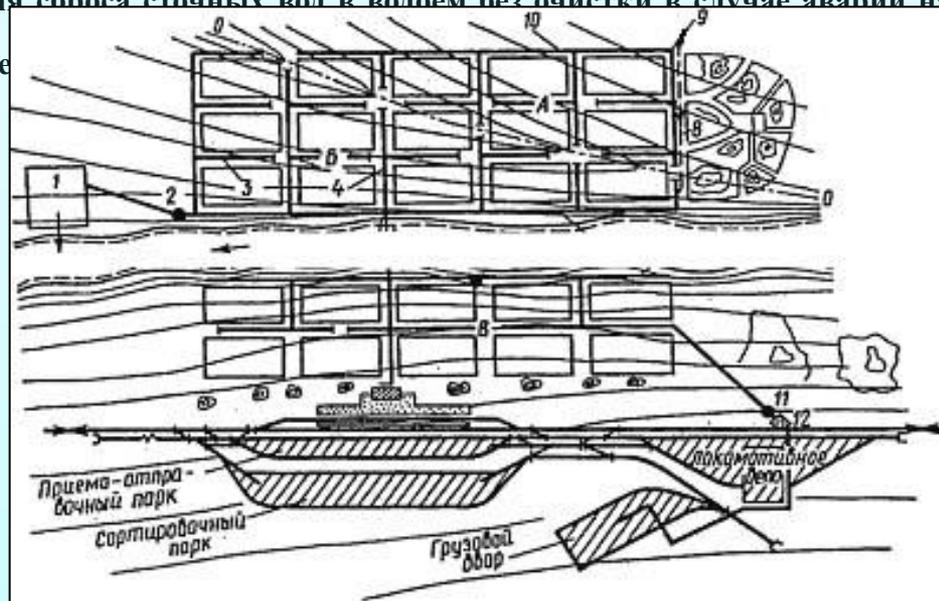


Рис. 2.6 – Схема водоотводящей сети населенного пункта:

- 1 - очистная станция; 2 - главная насосная станция; 3 - уличные магистрали; 4 - уличные коллекторы; 5 - дюкер (переход через реку); 6 и 9 - районные станции перекачки; 7 - главный коллектор; 8 - напорный трубопровод; 10 - коллекторы бассейнов водоотведения; 11 - местные насосные станции; 12 - местные очистные сооружения (А, Б, В - бассейны водоотведения)

# Схемы водоотведения населенных пунктов и ее элементы

Схема водоотведения разрабатывается на основании принятой системы и является конкретным технически и экономически обоснованным решением по выбору и размещению комплекса инженерных сооружений для приема, транспортирования, очистки и выпуска их в водоем или передачи для последующего использования в сельском хозяйстве и промышленности.

Выбор схемы водоотведения обусловлен рельефом местности, местом расположения очистных сооружений и поверхностного водоема, расходом сточных вод, требованиями утилизации сточных вод и повторного их использования, отводом и очисткой поверхностного стока.

**В соответствии с существующими требованиями применяют следующие схемы водоотведения:**

**перпендикулярная** (рис 2,а), при которой коллекторы отдельных бассейнов водоотведения, если нет обратных уклонов, трассируют по наикратчайшему пути - перпендикулярно водоему. Такую схему применяют при отводе атмосферных вод. При необходимости очистки отводимых вод эту схему легко переделать на пересеченную;

**пересеченная** (рис. 2,б), имеет самое широкое распространение, если территория объекта понижается в сторону водоема;

**вверная или параллельная** (рис. 2,в), при которой коллекторы бассейнов водоотведения направлены под углом или параллельно друг другу и по отношению к водоему и перехватываются главным коллектором, отводящим сточные воды на очистные сооружения. Схему применяют при крутых склонах к реке в целях уменьшения уклонов труб, а следовательно, и скорости движения воды в коллекторах;

**радиальную** (рис.2, г), применяют при отводе сточных вод отдельных районов самостоятельными коллекторами трубопроводов и при разбросанных нескольких площадках очистных сооружений. Коллекторы бассейнов водоотведения имеют радиальное направление от центра населенного пункта к его периферии, каждый район города имеет независимую сеть с самостоятельным главным и отводящим коллекторами и с отдельными очистными сооружениями. Эта схема удобна тем, что при расширении застройки города или населенного пункта не требуется перестройка действующих коллекторов;

**зонную** (рис. 2,д), применяют при расположении объекта на

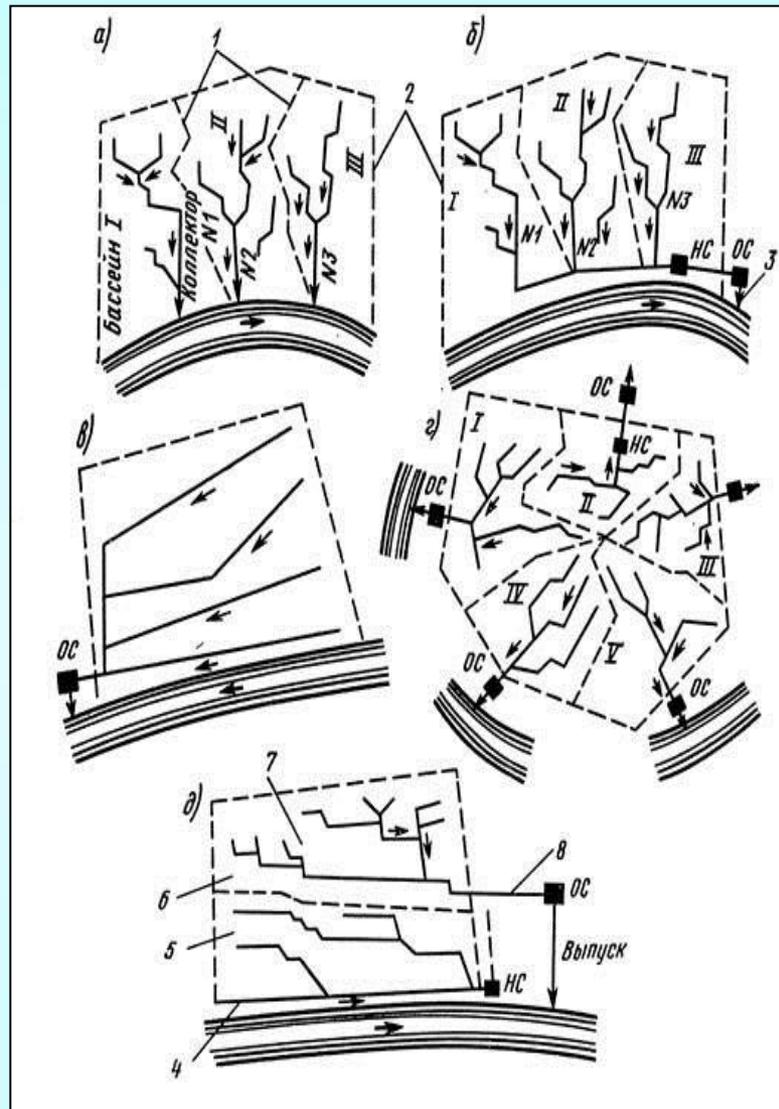


Рис. 2. Схемы канализационных сетей населенных пунктов: 1 – границы бассейна; 2 – границы канализования; 3 – выпуск; 4 – главный коллектор нижней зоны; 5 – парковый коллектор; 6 – главный коллектор верхней зоны; 7 – северный коллектор; 8 – отводной канал.

## Трассировка наружной водоотводящей сети

Трассировкой водоотводящей сети называют размещение ее в плане на перспективных генпланах населенных пунктов или промышленных предприятий.

Генплан должен быть выполнен в масштабе 1:10000 или 1:5000 с изображением горизонталей рельефа местности, водоисточников, поверхностных водоемов, водотоков, промышленных предприятий, промышленных или железнодорожных узлов (рис. 1).

**Трассировку сети начинают с разбивки территории объекта на бассейны водоотведения.**

Трассировку ведут в следующей последовательности: сначала трассируют главный и отводящий коллекторы, затем коллекторы бассейнов водоотведения и в последнюю очередь – уличную сеть.

Водоотводящие сети устраивают, как правило, с уклонами, близкими к уклонам поверхности земли, и сточные воды отводятся в сторону пониженной части бассейна водоотведения.

**Главные коллекторы** трассируются по набережным рек и ручьев, по тальвегам. В пределах застройки главные коллекторы трассируют по городским проездам.

**Уличную водоотводящую сеть** предпочтительнее укладывать с пониженной стороны квартала - *схема по пониженной грани* (рис. 1.а). Возможна прокладка сети по нескольким сторонам квартала - *объемлющая сеть* (рис. 1.б), что связано с линейной застройкой улиц в старых городах, где домовладения примыкают одно к другому без разрывов, поэтому выпуск сточных вод из каждого домовладения направляют кратчайшим путем в уличную сеть. Если ширина уличного проезда превышает 30м, то прокладывают два параллельных трубопровода сети водоотведения с каждой стороны.

На территориях вновь строящихся городов применяют прокладку водоотводящей сети по внутриквартальным проездам (черезквартальная схема рис. 1.б). Такая трассировка сети позволяет сократить протяженности сети и количество колодезных выходов.

Боковые присоединения трубопроводов к отводящей трубой.

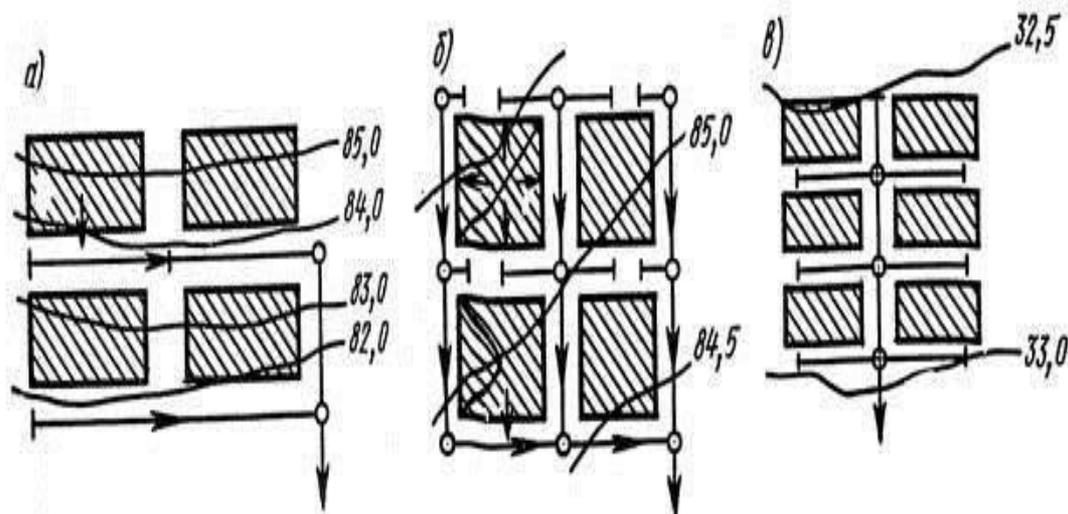


Рис. 1. Схемы трассировки канализационных сетей



На канализационной сети устраиваются колодцы различного назначения.

**Смотровые колодцы** устраиваются во всех точках изменения направления сети (поворотные), точках соединения труб между собой (узловые), на прямых участках через 50 м при диаметре труб от 150 до 600 мм, а также во всех местах изменения уклонов и диаметров труб. Они устраиваются из сборных железобетонных элементов. Внутри колодца, в его основании, устраиваются открытые лотки.

**Промывные колодцы** устраиваются на начальных безрасчетных участках сети, где скорость движения сточных вод менее самоочищающей.

Промывной колодец представляет собой круглую камеру, соединенную трубой с промываемым участком сети.

Перед промывкой сети задвижку на соединительной трубе закрывают и колодец заполняется водой через специально подведенную к нему трубу или от пожарного гидранта. По заполнении колодца водой открывают соединительную трубу и вода под напором устремляется в сеть и промывает её.

**Перепадные колодцы** устраиваются на местности с большими уклонами для гашения недопустимой скорости движения сточных вод в трубах.

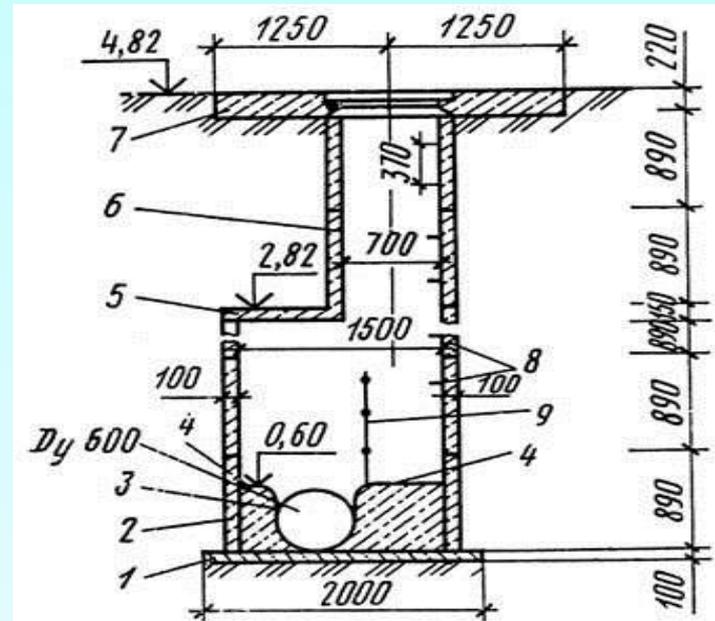


Рис.10.5. Колодец смотровой:

1 – плита днища; 2 – кольцо стеновое с отверстиями; 3 – лоток из бетона; 4 – полка лотка; 5 – плита перекрытия; 6 – стеновое кольцо горловины; 7 – плита дорожная с нишей для лотка; 8 – кирпич; 9 – бетонный канал

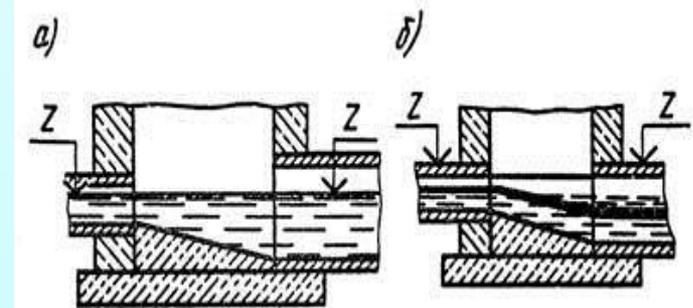


Рис.10.7. Соединение труб в колодцах:

а) сопряжение труб по уровню воды; б) сопряжение труб по шельгам разного диаметра.

# КЛАССИФИКАЦИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

## В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ В СХЕМЕ ВОДООТВЕДЕНИЯ

главные

районные

местные

сетевые

## ПО РОДУ ПЕРЕКАЧИВАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

для перекачки бытовых,  
производственных и  
дождевых сточных вод

иловые

раздельные

совмещенные

## ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ ПРИЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА

## ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ ОТНОСИТЕЛЬНО ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

незаглубленные  
(до 4 м)

полузаглубленные  
(до 7 м)

шахтные  
(более 7 м)

## ПО ТИПУ УСТАНОВЛЕННЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

с вертикальными  
насосами

с горизонтальными  
насосами

с осевыми насосами

## ПО ХАРАКТЕРУ УПРАВЛЕНИЯ

с ручным  
управлением

полуавтоматические

автоматические

с дистанционным  
управлением

Для перекачки сточных вод используются в основном **центробежные** насосы, но также применяются **шнековые** насосы, **гидроэлеваторы**, насосы, предназначенные для перекачивания пульпы (**грунтовые насосы и землесосы**), песка (**песковые насосы**), шлама и шлака (**багерные насосы**).

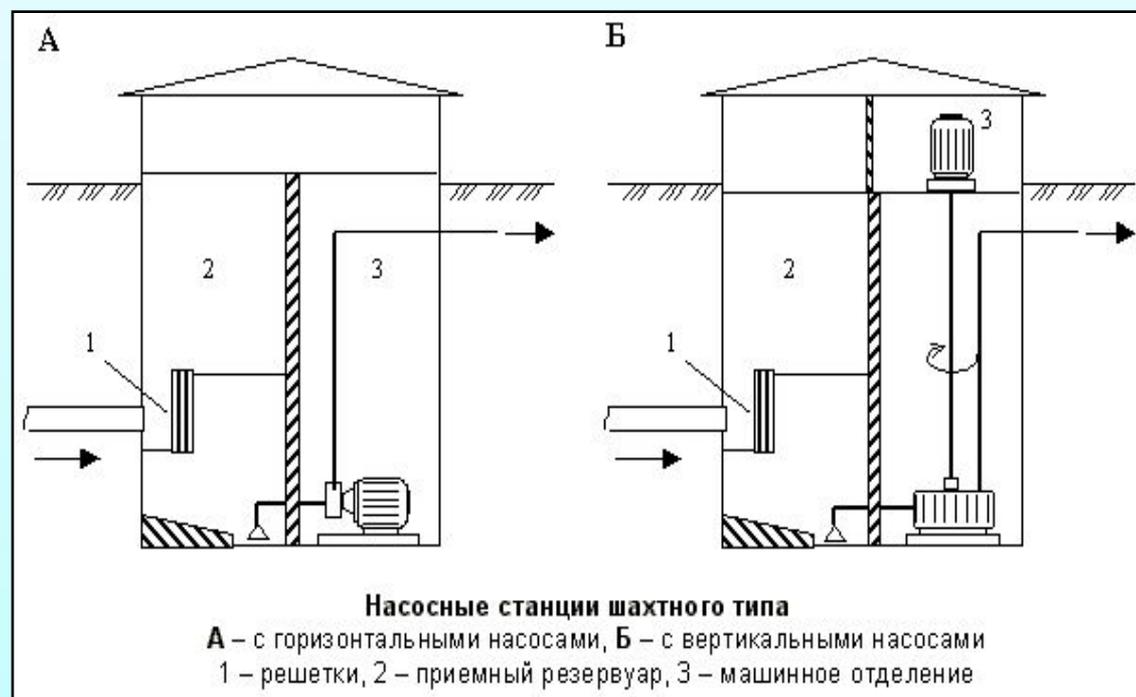
## Канализационная насосная станция

Канализационные насосные станции, находящиеся на территории канализуемого объекта размещают на расстоянии **не менее 20-30 м** от жилых и общественных зданий. Места их расположения выбирают в зависимости от санитарных, гидрометеорологических и топографических условий местности. На случай аварии перед насосной станцией устраивают аварийные выпуски для сброса сточных вод в водоём (водоток) или в систему дождевой канализации. Выбор места расположения насосной станции по отношению к очистным сооружениям определяется технико-техническим сравнением вариантов.

**Канализационная насосная станция** имеет **приемный резервуар с решетками, машинное помещение (зал) и вспомогательные помещения**. Схему насосной станции выбирают в зависимости от расхода и состава сточных вод, а также от глубины подводящего коллектора и гидрогеологических условий. При низком уровне грунтовых вод и малой глубине заложения коллектора насосные станции устраивают прямоугольной формы, совмещенными с приемным резервуаром. В этом случае устанавливают горизонтальные канализационные насосы под заливом.

**Приемный резервуар** предназначен для кратковременного регулирования притока сточных вод. В помещении приемного резервуара на подводящих каналах устанавливают решетки-дробилки.

В **машинном зале** размещают насосные агрегаты, всасывающие и напорные трубопроводы, контрольно-измерительную аппаратуру, дренажные насосы и грузоподъемные устройств.



## Очистка сточных вод

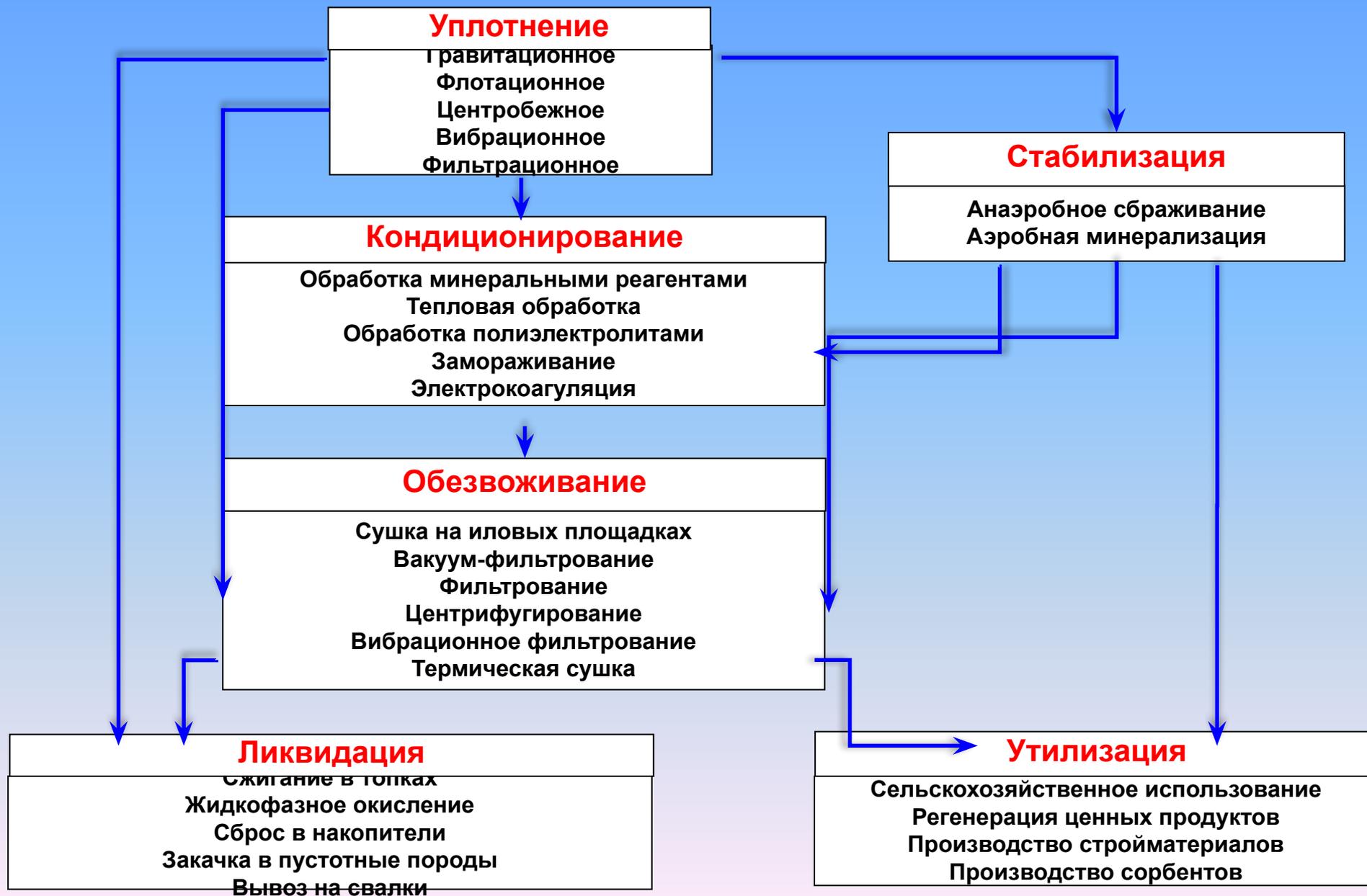
**Очистка сточных вод** — комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах. Обычно осуществляется в КОС установках.

**Очищение происходит в несколько этапов:**

- механический
- биологический
- физико-химический
- иногда дезинфекция сточных вод.

**На очистных сооружениях образуются большие массы осадков, которые подготавливают к дальнейшему использованию: обезвоживают, сушат, обезвреживают и обеззараживают. После очистки, перед сбросом в водоемы, сточные воды должны обеззараживаться с целью уничтожения патогенных микроорганизмов.**

## ПРОЦЕССЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД



# СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД

## Механические методы очистки

Механическая очистка предназначена для задержания нерастворенных примесей.

К сооружениям для механической очистки относятся: решетки и сита (для задержания крупных примесей), песколовки (для улавливания минеральных примесей, песка), отстойники (для медленно оседающих и плавающих примесей) и фильтры (для мелких нерастворенных примесей).

Специфические загрязнения производственных сточных вод удаляются с помощью жироловок, нефтеловушек, масло- и смолоуловителей и др.

Для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения применяются **решётки** и для более **полного выделения грубодисперсных примесей — сита**. Максимальная ширина прозоров решётки составляет 16 мм. Отбросы с решёток либо дробят и направляют для совместной переработки с осадками очистных сооружений, либо вывозят в места обработки твёрдых бытовых и промышленных отходов.

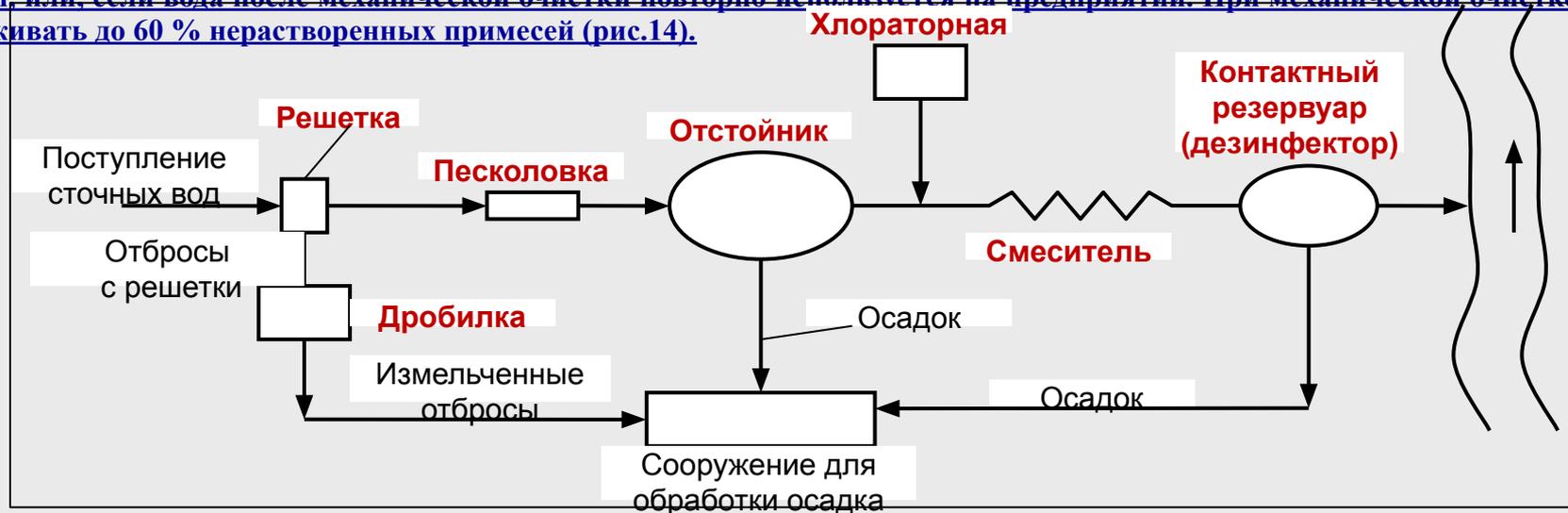
Затем стоки проходят через **песколовки**, где происходит осаждение мелких частиц (песок, шлак, битого стекла т. п.) под действием силы тяжести, и жироловки, в которых происходит удаление с поверхности воды гидрофобных веществ путём флотации. Песок из песколовок обычно складировается или используется в дорожных работах.

В последнее время мембранная технология становится перспективным способом при очистке сточных вод. Эта технология применяется в комплексе с традиционными способами, для более глубокой очистки стоков и возврата их в производственный цикл.

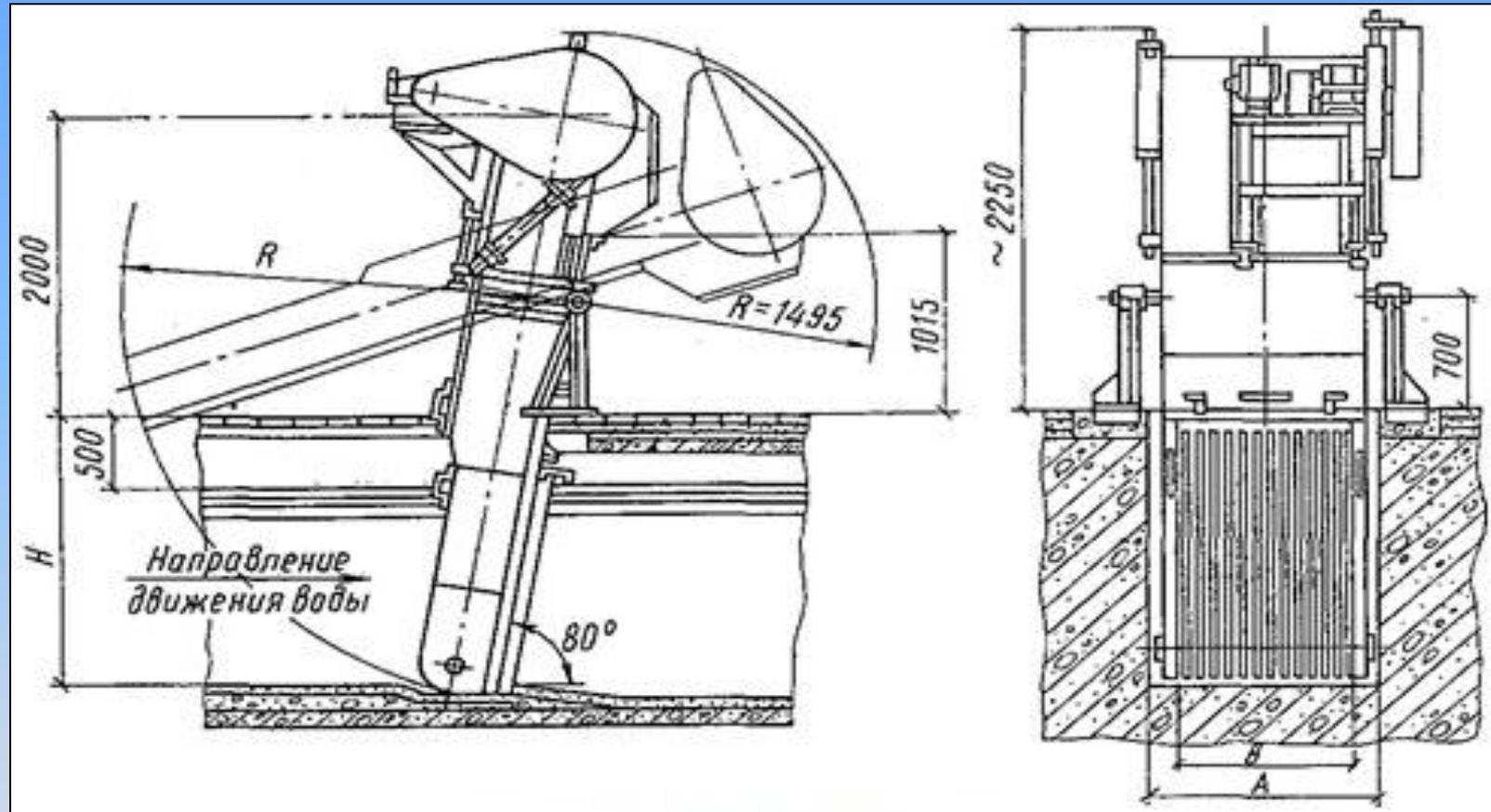
Очищенные таким образом сточные воды переходят на первичные отстойники для выделения взвешенных веществ. Снижение БПК (биохимический показатель кислорода) составляет 20-40 %.

В результате механической очистки удаляется до 60-70 % минеральных загрязнений, а БПК5 снижается на 30 %.

Механическая очистка – это, как правило, предварительная ступень перед биологической очисткой. В некоторых случаях можно ограничиться механической очисткой сточных вод, если вода после механической очистки повторно используется на предприятии. При механической очистке удается задерживать до 60 % нерастворенных примесей (рис.14).

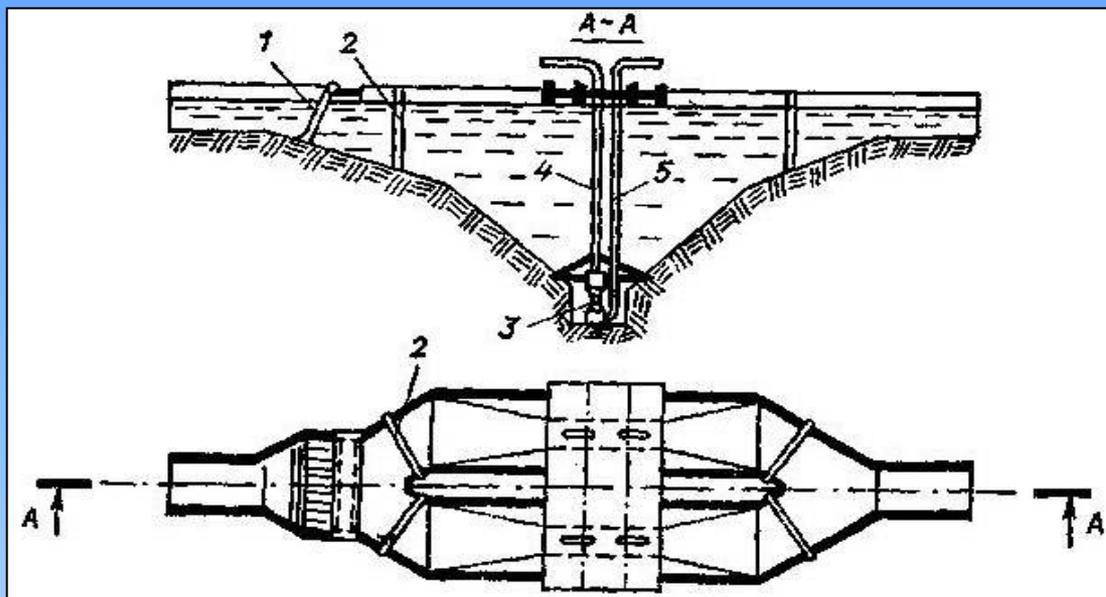


### МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА ТИПА МГ



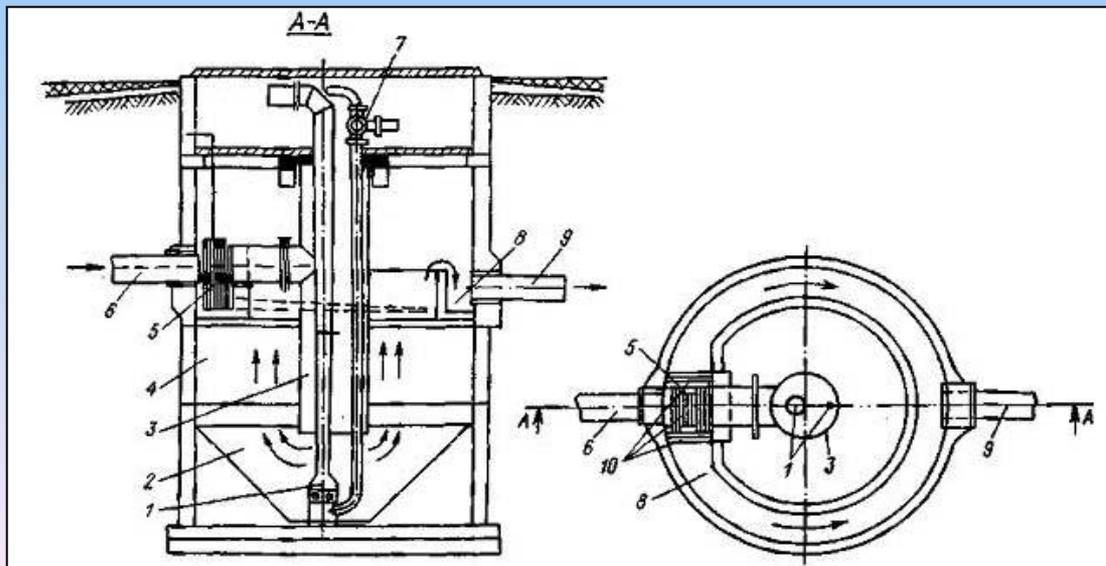
- диаметр стержней - 6-8, реже – 12 мм;
- расстояние между стержнями – 16 мм;
- ширина решетки – не менее 0,5 м.

Количество отбросов, снимаемых с решеток с прозорами 16 мм, составляет в среднем 8 л в год на 1 чел.



### ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЕСКОЛОВКА

- 1 – решетка;
- 2 – шибер;
- 3 – гидроэлеватор;
- 4 – пульпопровод;
- 5 – напорный трубопровод.



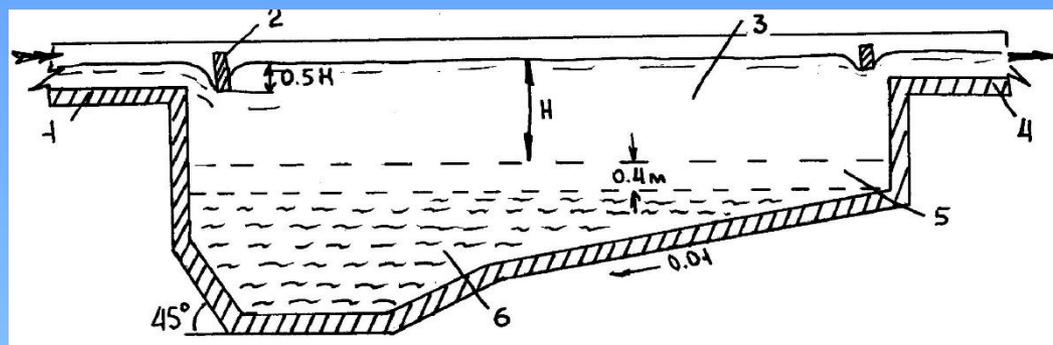
### ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЕСКОЛОВКА

- 1 – гидроэлеватор;
- 2 – осадочная часть;
- 3 – центральная труба;
- 4 – отстойная часть;
- 5 – решетка-корзинка;
- 6 – подводящая труба;
- 7 – трехходовой кран;
- 8 – сборный лоток;
- 9 – отводящая труба;
- 10 – шиберы.

# СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД

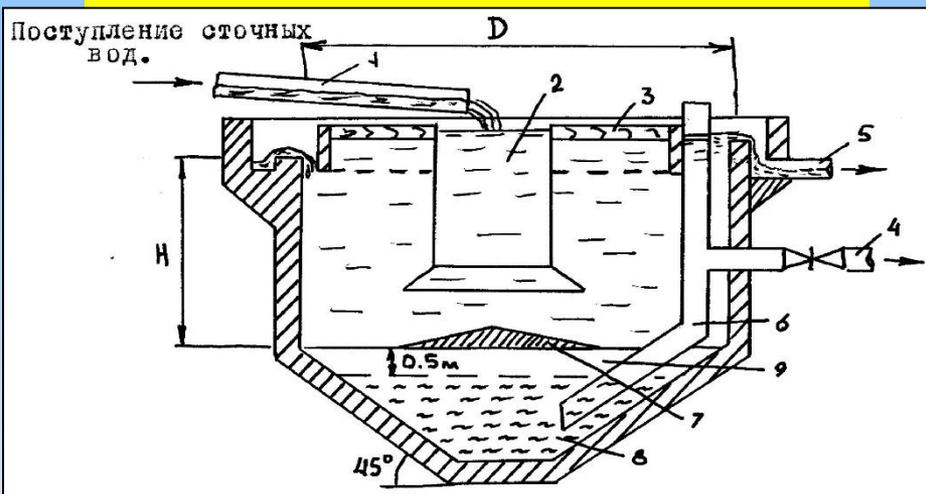
## Механические методы очистки

### ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК



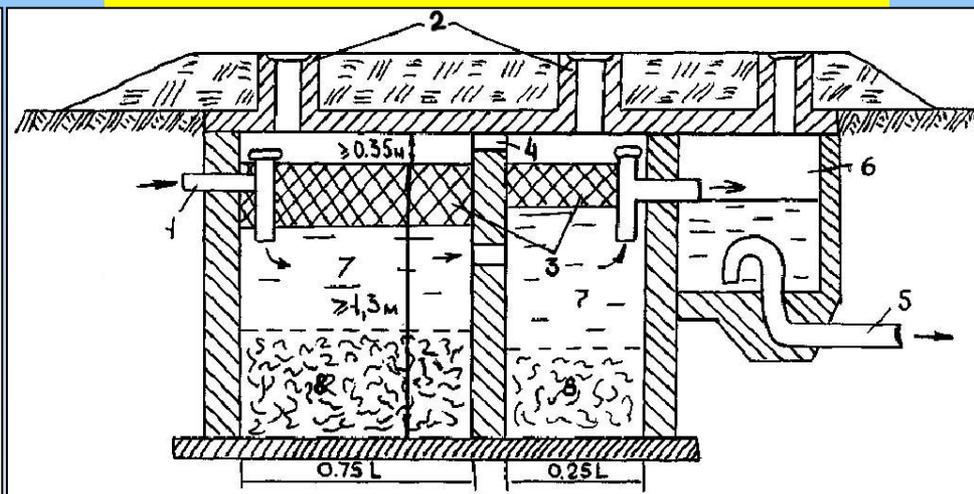
1 – подводящий лоток (труба); 2 – полупогруженная перегородка; 3 – проточная часть; 4 – отводящий лоток; 5 – нейтральный слой; 6 – иловая часть

### ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК



1 – подводящая труба; 2 – камера реакции;  
3 – полупогруженная перегородка; 4 – сливной желоб; 5 – отводящая труба; 6 – иловая труба с выпуском; 7 – отражательный щит; 8 – иловая часть; 9 – нейтральный слой

### СЕПТИК



1 – подводящая труба; 2 – смотровой (входной) люк;  
3 – корка; 4 – вентиляционное отверстие;  
5 – отводящая труба; 6 – дозирующая камера (распределительный колодец); 7 – проточная часть; 8 – иловая часть

## Физико-химические методы очистки

Физико-химические методы очистки применяются, в основном, для производственных сточных вод, а также для очистки сточных вод санпропускников.

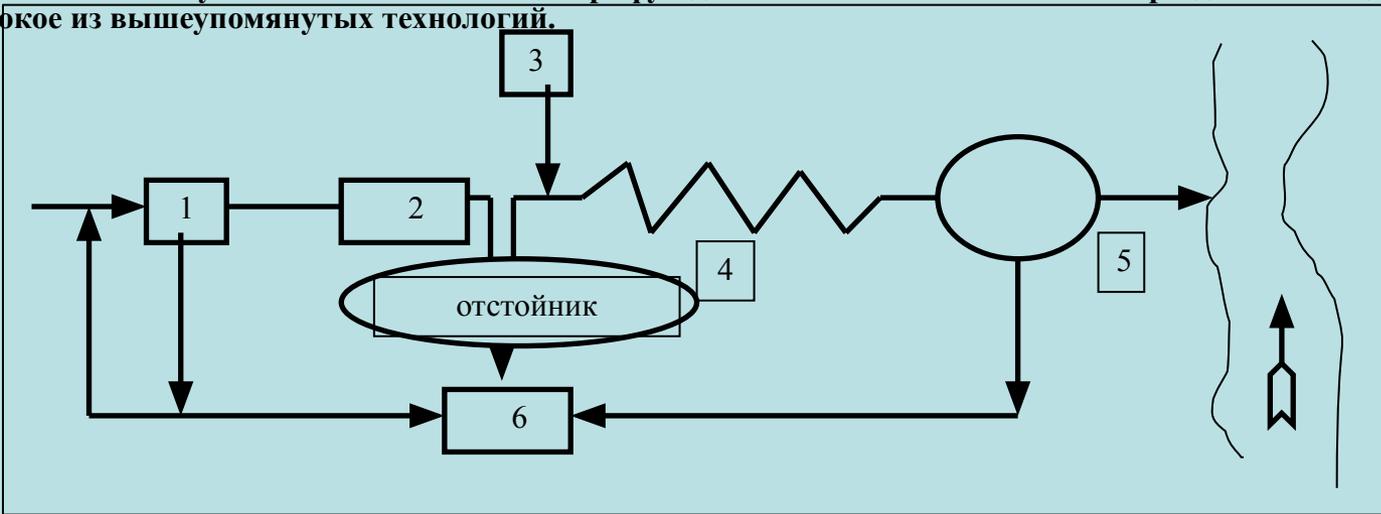
Данные методы используют для очистки от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. Многие методы физико-химической очистки требуют предварительного глубокого выделения из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используют процесс коагуляции.

**В настоящее время в связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличивается применение физико-химических методов очистки сточных вод, основными из которых являются:** — флотация; — сорбция; — центрифугирование; — ионообменная и электрохимическая очистка; — гиперфльтрация; — нейтрализация; — экстракция (лат. *extrahere* – извлекать), — эвапорация (лат. *evaporatio* – выпаривание); — испарение и кристаллизация.

Наибольшее распространение находят методы реагентной очистки с применением коагулянтов, в качестве которых используют сернокислый алюминий  $Al_2(SO_4)_3$ , хлорное железо  $FeCl_3$ , сернокислое железо  $Fe_2(SO_4)_3$ , известь  $CaCO_3$  и др. Соли-коагулянты способствуют укрупнению частиц, образуя хлопья, что делает возможным дальнейшее осаждение и фильтрование мелких нерастворенных, коллоидных и частично растворенных примесей. В ряде случаев физико-химическая очистка обеспечивает такое глубокое удаление загрязнений, что последующая биологическая очистка не требуется (рис.15).

Технологическая схема очистки сточных вод включает устройства для приготовления и дозирования растворов реагентов, для перемешиваний реагентов со сточными водами, контактные резервуары-отстойники, а также устройства для обработки осадков.

Важным этапом при очистке сточных вод является механическое обезвоживание осадка. На данный момент существует несколько технологий обезвоживания - с помощью камерных фильтр-прессов, с помощью ленточных прессов и с помощью центрифуг (декантеров). Каждая технология имеет свои плюсы и минусы (занимаемая площадь, энергопотребление, стоимость и тп). При обезвоживании обычно используют реагент (флокулянт) для увеличения эффективности обезвоживания. В настоящее время широкое применение получает использование центрифуг для обезвоживания. Качество разделения жидкой и твердой фракции самое высокое из вышеупомянутых технологий.



**Рис.15. Технологическая схема очистной станции с физико-химической очисткой сточных вод**  
 1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - реагентное хозяйство; 4 - смеситель; 5 - контактный резервуар (дизинфектор); 6 - сооружения для обработки осадка.

## Биологический метод очистки

Биологический метод очистки сточных вод заключается в окислении и минерализации органических веществ, находящихся в мелкодисперсном и растворенном состоянии.

Биологическая очистка сточных вод основана на использовании микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности разрушают органические соединения, т.е. минерализуют их. Микроорганизмы используют органические вещества в качестве источника питательных веществ и энергии.

Сооружения биологической очистки условно делят на два типа: сооружения, в которых процессы протекают в условиях, близких к естественным, и те, в которых очистка происходит в искусственно созданных условиях. К первым относятся поля фильтрации и биологические пруды, ко вторым – биофильтры и аэротенки. В основе биологического метода очистки лежат сложные физико-химические и биохимические процессы, происходящие в естественных условиях (при фильтрации сточных вод через грунт) и в искусственно созданных условиях.

Простейшими по устройству сооружениями биологической очистки сточных вод являются поля орошения и поля фильтрации. Они представляют собой подготовленные земельные участки, на которых при фильтрации сточных вод через грунт происходит окисление органических веществ аэробными микроорганизмами. Основным условием поддержания жизнедеятельности микроорганизмов, а значит и биологической очистки, является наличие в грунте кислорода. Наиболее интенсивное окисление органических веществ сточных вод происходит в верхних слоях почвы, содержащих наибольшее количество



Рис.16. Технологическая схема станции с биологической очисткой сточных вод

## Биологический метод очистки

**Поля фильтрации** – это земельные участки, искусственно разделенные на секции, по которым равномерно распределяется сточная вода, фильтрующаяся через поры грунта. Профильтрованная вода собирается в дренажных трубах и канавах и стекает в водоемы. На поверхности почвы образуется биологическая пленка из аэробных микроорганизмов, способных минерализовать органические вещества.

**Биологические пруды** – это специально созданные неглубокие водоемы, где протекают естественные биохимические процессы самоочищения воды в аэробных (кислородных) и анаэробных (бескислородных) условиях. Насыщение воды кислородом происходит вследствие естественной атмосферной аэрации и фотосинтеза, но может применяться и искусственная аэрация.

**Биофильтры** – сооружения, в которых создаются условия для интенсификации естественных биохимических процессов. Это резервуары с фильтрующим материалом, дренажем и устройством для распределения воды. Сточная вода с помощью распределительных устройств периодически разливается по поверхности загрузки, профильтровывается и отводится во вторичный отстойник. На поверхности фильтра постепенно созревает биопленка из различных микроорганизмов, которые выполняют ту же функцию, что и на полях фильтрации, т. е. минерализуют органические вещества. Отмершая биопленка смывается водой и задерживается во вторичном отстойнике.

**Аэротенк** – это резервуар, в который поступают сточная вода (после механической очистки), активный ил и воздух. Хлопья активного ила представляют собой биоценоз аэробных микроорганизмов-минерализаторов (бактерий, простейших, червей и др.). Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходима постоянная аэрация (продувка воздухом) воды. Из аэротенка сточная вода в смеси с активным илом поступает во вторичные отстойники, где ил осаждается. Основная масса его возвращается в аэротенк, а вода подается в контактные резервуары для хлорирования – обеззараживания.

**Метантенки** – это герметически закрытые резервуары, где анаэробные бактерии в термофильных условиях ( $t = 30 - 43^{\circ}\text{C}$ ) сбраживают сырой осадок из первичных и вторичных отстойников. В процессе брожения выделяются газы: метан  $\text{CH}_4$ , водород  $\text{H}_2$ , углекислый газ  $\text{CO}_2$ , аммиак  $\text{NH}_3$  и др., которые могут затем использоваться для разных целей.

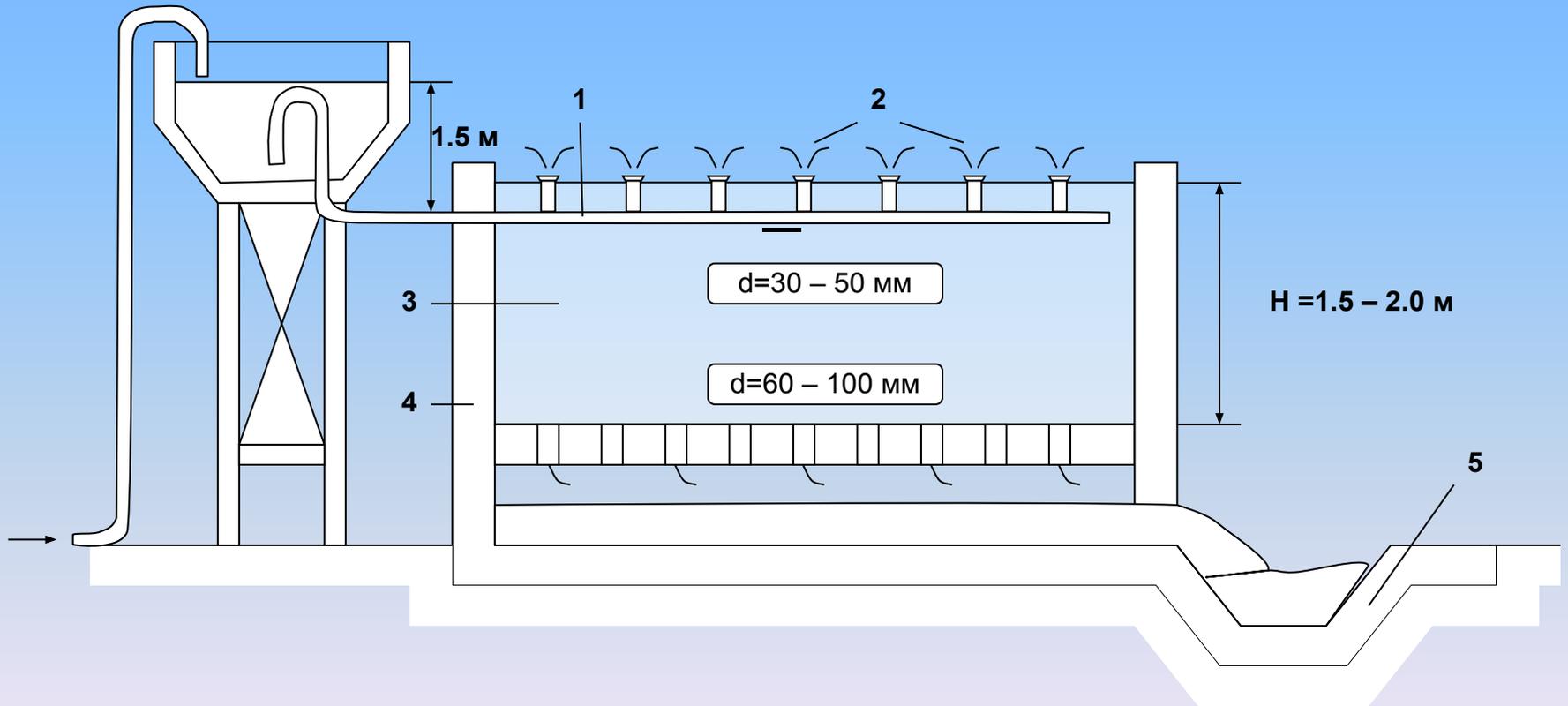
- **Обеззараживание** является заключительным этапом обработки сточных вод перед сбросом в водоем. Наибольшее распространение получил способ дезинфекции воды путем хлорирования газообразным хлором  $\text{Cl}_2$  или хлорной известью  $\text{CaCl}(\text{OCl})$ . Применяют также электролизные установки для получения гипохлорита натрия  $\text{NaClO}$  из поваренной соли  $\text{NaCl}$ . Возможно обеззараживание и другими бактерицидными веществами.
- **Обработка осадков**, образующихся в процессе очистки сточных вод, производится с целью снижения их влажности и объема, обеззараживания и подготовки к утилизации. На решетках задерживаются грубые отбросы (тряпки, бумага, остатки продуктов и пр.), которые вывозят на свалки или после дробления направляют в специальные сооружения. Песок из песколовков поступает на песковые площадки для обезвоживания, а затем вывозится и используется по назначению. Для обработки осадков из отстойников используют самостоятельную группу сооружений: иловые площадки, метантенки, аэробные стабилизаторы, установки для обезвоживания и сушки. Наиболее широко распространены метантенки.

Осадки сточных вод, выгружаемые из метантенков, имеют влажность 97 % и неудобны для утилизации. Для уменьшения их объема применяют обезвоживание на иловых площадках или вакуум-фильтрах, центрифугах и других сооружениях. В результате обезвоженный осадок уменьшается в объеме в 7 – 15 раз и имеет влажность 50 – 80 %.

**Сжигание** осадков применяется, если они не подлежат другим видам обработки и утилизации. Мировой опыт показывает, что 25 % образующихся на очистных сооружениях осадков используется в сельском хозяйстве, 50 % размещается на полигонах и около 25 % сжигается. В связи с ужесточением санитарных требований к качеству осадков, уменьшается возможность

## КАПЕЛЬНЫЙ БИОФИЛЬТР

**Биофильтр** устраивается в виде прямоугольного или круглого в плане резервуара с двойным дном: нижнее сплошное и верхнее в виде колосниковой решетки. Биофильтр загружается щебнем, керамзитом или галькой прочных горных пород

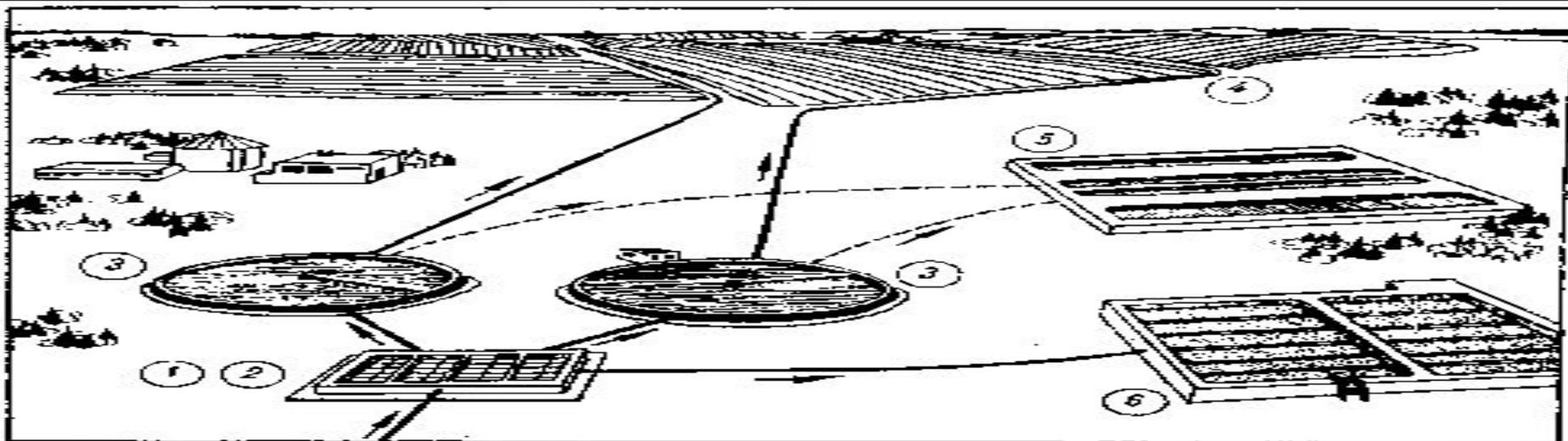


1 – распределительные трубы; 2 – разбрызгиватели; 3 – загрузочный материал; 4 – дренаж; 5 – сборный лоток

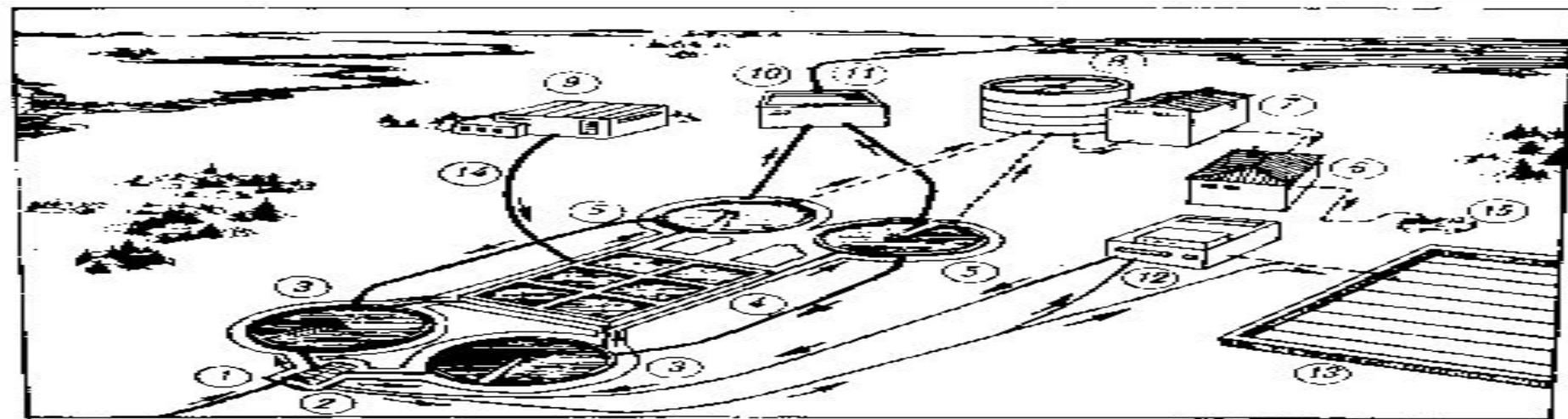
# СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД

## Биологический метод очистки

### СХЕМЫ СТАНЦИИ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКОЙ СТОЧНЫХ ВОД НА ПОЛЯХ ОРОШЕНИЯ ИЛИ ФИЛЬТРАЦИИ



1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - двухъярусный отстойник; 4 - поля для орошения или поля фильтрации; 5 - иловые площадки; 6 - песковые площадки



1 - решетка; 2 - песколовка; 3 - отстойники; 4 - аэротенки; 5 - вторичные отстойники; 6 - термическая сушка осадка; 7 - вакуум-фильтры; 8 - метантенки; 9 - машинное здание; 10 - хлораторная; 11 - контактный резервуар; 12 - дробилка; 13 - песковые площадки; 14 - воздуховод; и транспорт сушеного ила

## Станции обработки сточных вод

Станции обработки сточных вод представляют собой комплекс сооружений, состав которых и технологическая схема зависят от принятого способа обработки. Применение биофильтров целесообразно только в случаях, когда по местным условиям, санитарным требованиям или технико-экономическим соображениям нерациональна или невозможна обработка на полях орошения или полях фильтрации.

Для ориентировочного выбора состава сооружений на станциях обработки бытовых сточных вод могут быть рекомендованы следующие схемы при суточных расходах до  $1 \text{ м}^3$  – септик и фильтрующий колодец; от  $1$  до  $15 \text{ м}^3$  – септик и поля подземной фильтрации или песчано-гравийный фильтр; от  $15$  до  $25 \text{ м}^3$  – септик, поля орошения (поля фильтрации) или биологические фильтры; при применении биофильтров предусматриваются хлораторная, вторичный отстойник (дезинсектор) и иловые площадки для обработки осадка; от  $25$  до  $100 \text{ м}^3$  – решетки, двухъярусные (вертикальные) отстойники, поля орошения (фильтрации) или биологические фильтры, операторная, дезинфектор (он же вторичный отстойник для биофильтров) и иловые площадки, более  $100 \text{ м}^3$  – дополнительно к предыдущим сооружениям устраиваются песколовки.

При планировке станции предусматривается обеспечение самотечного движения сточных вод по всем сооружениям, а также отведение осадка.

На следующем рисунке приведен пример схемы расположения станции полной биологической обработки с биофильтрами.

Здесь сточные воды последовательно проходят решётку, песколовку, первичные отстойники, биологические фильтры, вторичные отстойники, хлораторную, дезинфекторы и, обработанные, выпускаются в водоём. Осадок из первичных и вторичных отстойников и дезинфектора самотёком поступает на иловые площадки. Фильтрат с иловых площадок по системе дренажа поступает в отводной лоток, а по нему на хлораторную станцию, где вместе с очищенными сточными водами подвергается дезинфекции. На территории станции размещены вспомогательные сооружения, предусмотрены места для сооружений, при возможности хранения осадка. Распределение сточных вод по отходящим сооружениям и отвод от них предусмотрен по открытым лоткам или трубным отводам.

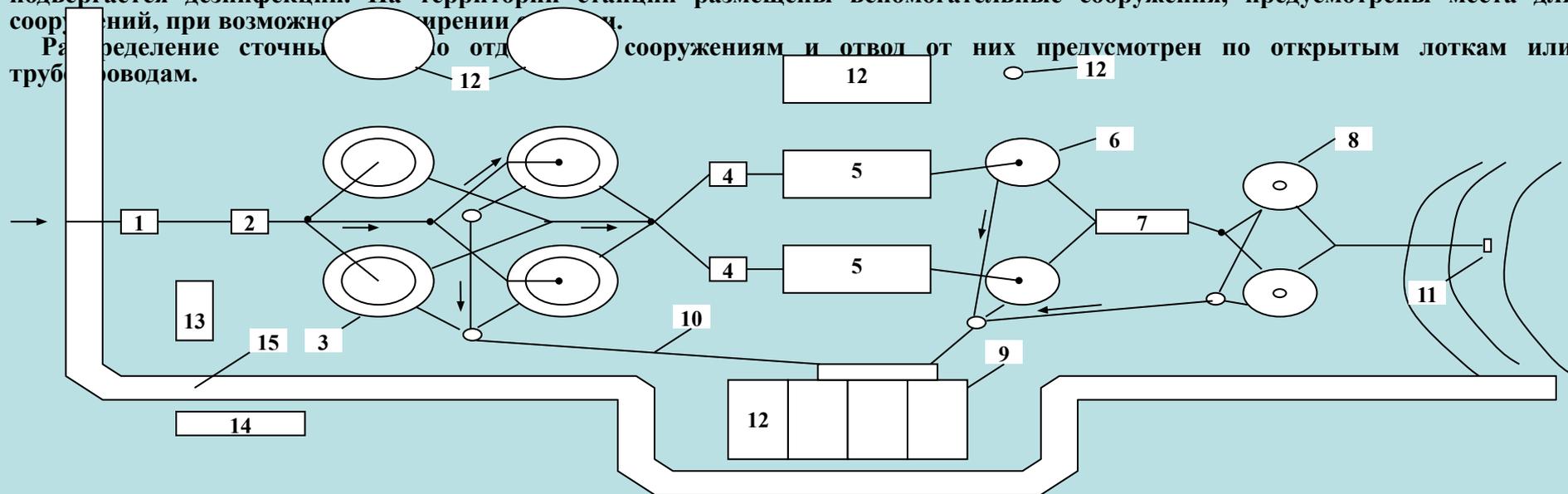


Схема станции полной биологической обработки

- 1- Решетка, 2- Песколовка, 3- Первичные отстойники, 4- Дозирующие устройства, 5- Биологические фильтры, 6- Вторичные отстойники, 7- Хлораторная со смесителем, 8- Дезинфекторы, 9- Иловые площадки, 10- Илопроводы, 11- Выпуск, 12- Резервные участки, 13- Лаборатория, 14- Мастерские и склад, 15- Дороги.

## **Раздел 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ.**

### **3. ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.**

## Состав внутренней канализации

Жилые дома выше 2 этажей, клубы, медицинские и детские учреждения, школы не канализованных районов оборудуются **внутренней канализацией с устройством местных очистных сооружений.**

Для зданий без внутреннего водопровода устраиваются непромытые (сухие) уборные, располагающиеся внутри или вне здания.

**Внутренние канализационные устройства в жилых и общественных зданиях состоят из приемников (санитарных приборов) — унитазов, писсуаров, раковин, умывальников, моек, трапов, ванн и пр., и из сети — отводных труб, стояков, выпусков и дворовой сети (рис. 1.1).**

Сточные воды из приемников поступают в отводные трубы, а затем в стояки внутренней канализационной сети. Стояки прокладывают по стенам внутри отапливаемых помещений или в монтажных шахтах, блоках и санитарно-технических кабинках. Их выводят через чердачное помещение выше крыши. Вследствие обогрева стояков в отапливаемых помещениях в них создается тяга воздуха, что обеспечивает вентиляцию внутренней и наружной канализационной сети. Верхнюю часть стояка называют вытяжной трубой, на конце ее устанавливают дефлектор (флюгарку).

Чтобы воздух и газы не проникали в помещение, между сетью и санитарными приборами предусматривают водяные затворы. В унитазах и трапах водяные затворы являются конструктивным элементом прибора, а под умывальниками, ваннами, мойками и раковинами устанавливают специальные фасонные части — сифоны. Одним сифоном можно обслужить несколько приборов. Вода в нем автоматически заменяется свежей после каждого сброса новой порции воды в санитарный прибор. Для осмотра и прочистки труб устанавливают ревизии и прочистки.

Сточные воды поступают по стояку через выпуск в дворовую или внутриквартальную канализационную сеть (рис. 1.2). В месте присоединения каждого выпуска к дворовой или внутриквартальной канализационной сети устраивают смотровой колодец, который предназначен для наблюдения за работой внутренней сети и для ее прочистки при засорении.

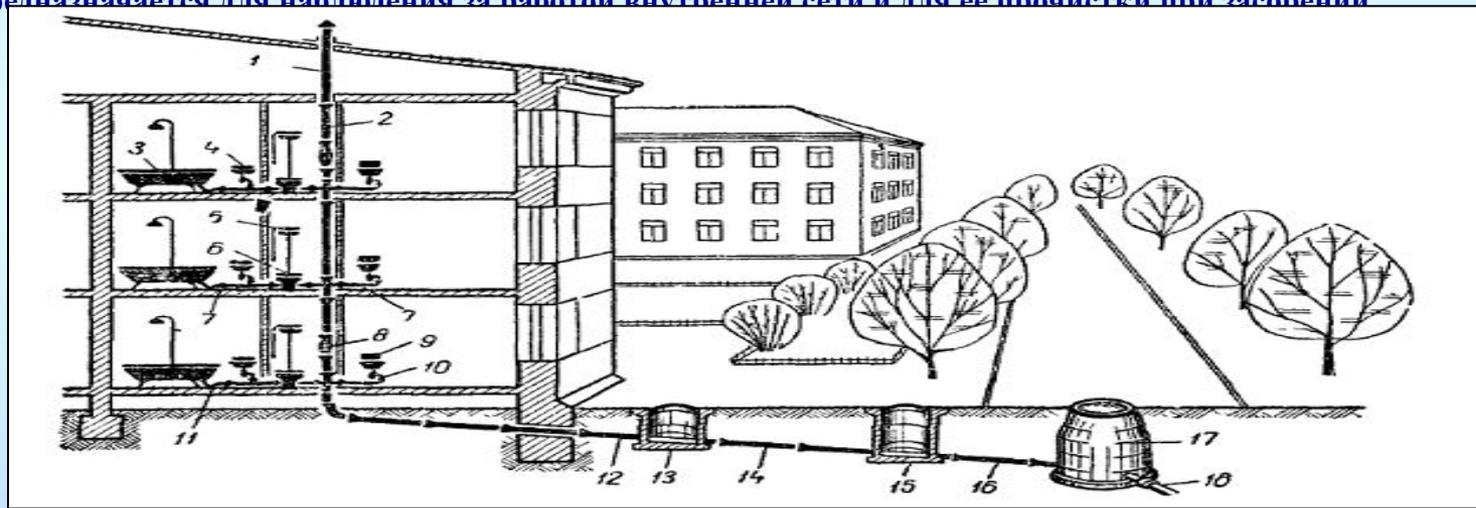


Рис. 1.1. Схема внутренней канализации

1 — вытяжная вентиляционная труба; 2 — стояк; 3 — ванна; 4 — умывальник; 5 — смывной бачок; 6 — унитаз; 7 — отводная труба; 8 — ревизия; 9 — мойка или раковина на кухне; 10 — гидравлический затвор; 11 — напольный сифон; 12 — выпуск; 13 — смотровой колодец на дворовой сети; 14 — дворовая сеть; 15 — контрольный колодец; 16 — соединительная ветка; 17 — смотровой колодец на уличной сети; 18 — уличная сеть

## Приемники сточных вод

Для приема наиболее загрязненных и опасных в санитарном отношении фекальных вод применяются унитазы (клозетные чаши) и писсуары.

Для приема хозяйственных вод применяются умывальники, ванны, раковины, мойки и трапы.

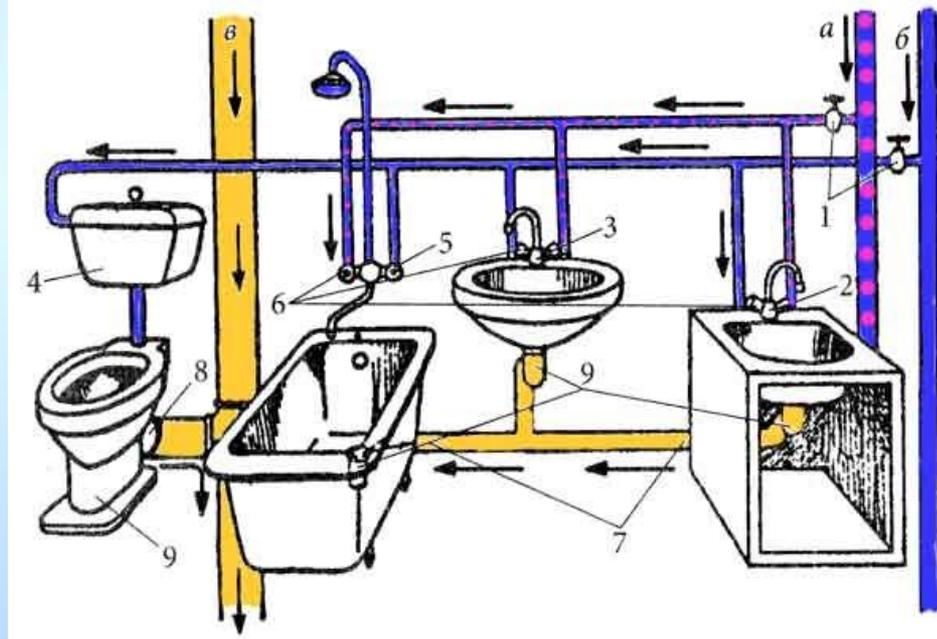
В жилых домах и общественных зданиях, в специальных объектах применяются керамические унитазы с высоко или низко расположенным бачком.

Писсуары бывают фаянсовые настенные (индивидуальные) или лотковые и устанавливаются в общественных зданиях.

Умывальники бывают индивидуальные и групповые.

В ванных комнатах жилых зданий и больниц устанавливаются чугунные эмалированные ванны. Устанавливаются также ножные ванны. Отвод воды из ванны производится через гидравлический затвор

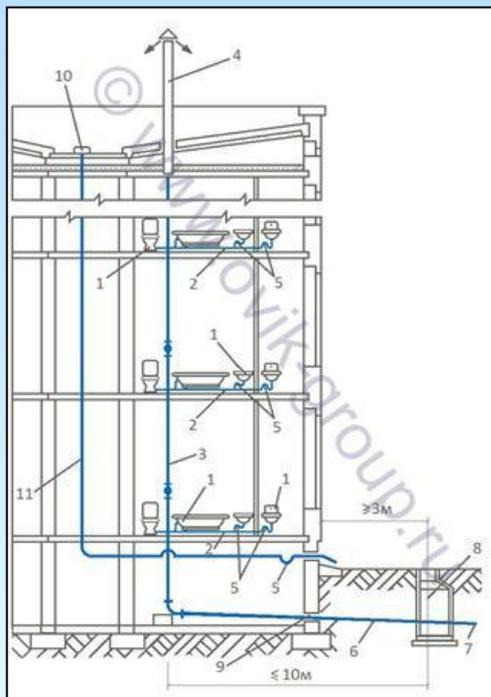
**Количество санитарных приборов** и других приемников сточных вод применяется в зависимости от числа обслуживаемых приборами людей, расчетного числа на один санитарный прибор и назначения помещений. В жилых зданиях на одну квартиру принимается по одному санитарному прибору разного типа.



Система канализации здания.

а — стояк подачи горячей воды; б — стояк подачи холодной воды; в — канализация: 1 — вентили на вводе (у стояков); 2 — кран подачи холодной воды на мойку; 3 — кран подачи холодной воды на умывальник; 4 — клапан бачка унитаза; 5 — кран подачи холодной воды в ванну; 6 — краны подачи горячей воды на мойку, умывальник и в ванну; 7 — отводы сточной воды; 8 — труба отвода унитаза; 9 — сифоны унитаза, ванны, мойки, умывальника.

## Внутренняя канализационная сеть



Система канализации здания.

**Сточная жидкость** отводится по канализационной сети, которая состоит из: отводных труб; стояков; выпусков; устройств прочистки.

**Отводные трубы** отводят сточные воды от санитарных приборов к стоякам.

**В жилых зданиях диаметры отводных труб** определяются с помощью таблиц для гидравлического расчета канализационных труб по расчетному расходу жидкости, допускаемому уклону и величине наполнения труб. **Минимальный диаметр отводных труб не должен быть меньше диаметра трубы**, отводящей сточную жидкость от одного прибора; он составляет для труб унитазов 100 мм и всех других санитарных приборов 50 мм, кроме умывальника, для которого принимается 40-50 мм. Прокладываются отводные трубы по стенам, полу, с заделкой в строительные конструкции перекрытий или подвешиваются под потолком нижнего этажа. Расположение их в жилых помещениях не допускается.

**Стояки** служат для приема сточной жидкости из отводных трубопроводов всех этажей и транспортировки ее в наружную канализационную сеть. Одновременно с их помощью осуществляется вентиляция всей внутренней и частично наружной канализационной сети. Стояки устанавливаются в местах расположения санитарных приборов по всей высоте здания ближе к унитазам. Прокладываются они открыто или в бороздах. Диаметр стояка должен быть одинаковым по всей его высоте и не менее наибольшего диаметра присоединенных к нему отводных труб и в жилых зданиях он практически составляет не менее 100 мм. Для вентиляции верхняя часть стояка (вытяжная часть) выводится на крышу здания на 0,7 м и не менее 4 м (по горизонтали) от открываемых окон балконов.

**Выпуски** отводят сточные воды от отдельных стояков или их групп в смотровые колодцы наружной канализационной сети. При отведении сточных вод от одного стояка диаметр выпуска принимается таким же, как и у стояка. Диаметр выпуска и необходимый уклон находится по расчетному расходу в таблицах канализационных трубопроводов. Длина выпусков не должна превышать 6 м при диаметре 50 мм, 8 м при диаметре 100 мм и более. Смотровой колодец устанавливается не ближе 2 м от здания.

**Прочистки.** Для устранения засорения канализационной сети на отводных трубах и стояках применяются прочистки с пробками или так называемые ревизии с крышками на болтах. Они устанавливаются под всеми санитарными приборами, на каждом повороте горизонтальных участков, на начальных участках отводных труб и на стояках. Ревизии устанавливаются на стояках в нижнем и верхнем этажах; в зданиях высотой более 5 этажей они устанавливаются не реже, чем через три этажа. Высота расположения ревизии над полом принимается равной 1 м до ее центра, но не менее 0,15 м выше борта присоединяемого прибора.

Сеть устраивается индустриальным методом, при котором в здании монтируются узлы труб и фасонных частей, изготавливаемых на специальных полигонах. Непосредственно в здании готовые узлы присоединяются к стоякам,

## **Раздел 2. ВОДООТВЕДЕНИЕ.**

### **4. ОСНОВЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ.**

## Определение расчетных расходов сточных вод

Расчетный среднесуточный расход сточных вод в населенном пункте определяют, как сумму расходов бытовых стоков от жилых и общественных зданий и промышленных предприятий, производственных и дождевых стоков.

Расход сточных вод от предприятий местной и бытовой промышленности, обслуживающей население, и неучтенные расходы принимают в размере 5% суммарного среднесуточного водоотведения населенного пункта.

Норма водоотведения – объем воды, поступающий в сеть водоотведения, приходящийся в сутки на одного жителя или на единицу продукции.

Расчетное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилой застройки следует принимать равным расчетному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению (СНиП 2.04.02-84) без учета расхода воды на полив территории зеленых насаждений.

Как и при расчете систем водоснабжения, при определении расходов сточных вод пользуются коэффициентами неравномерности.

Расчетные суточные расходы бытовых сточных вод в сутки большего и наименьшего притока,  $Q_{сут}$ ,  $m^3/сут$ , определяют как сумму произведений среднесуточных (за год) расходов сточных вод на коэффициенты суточной неравномерности ( $K_{сут}$ ):

$$Q_{сут.макс} = K_{сут.макс} Q_{сут}; \quad Q_{сут.мин} = K_{сут.мин} Q_{сут}.$$

Расчетные секундные максимальные и минимальные расходы сточных вод следует определять как произведение среднесуточных расходов сточных вод (за год), л/с, на общий коэффициент неравномерности

$$K_{общ} = K_{сут} K_{ч}.$$

При расчете водоотводящей сети удобно расчетные расходы определять по модулю стока  $q_0$ . Модулем стока (удельным расходом) называют средний расчетный расход, л/с, с 1 га территории, с которой необходимо отвести сточную воду:

$$q_0 = q_1 P / (24 * 3600),$$

где  $q_1$  – норма водоотведения на одного человека в сутки, л;  $P$  – плотность населения, чел/га.

Расчетный расход стоков с площади находят по формуле:

$$q_{max} = q_0 F K_{нер max},$$

где  $F$  – площадь территории, с которой отводятся сточные вод с одинаковой плотностью населения, га.

**Среднесуточный расход бытовых сточных вод** от жилых кварталов населенного пункта:

$$Q_{срсут} = 10^{-3} \cdot n \cdot N_p, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$n$  - норма водоотведения, л/сут., на одного жителя;

$N_p$  - расчетное число жителей.

**Среднесекундный расход бытовых сточных вод:**

$$q_{срс} = \frac{n \cdot N_p}{24 \cdot 3600}, \text{ л / с}$$

**Максимальный расчетный секундный расход:**  $q_{\text{макс}} = K_{\text{рас}} \cdot q_{срс}, \text{ л / с}$

**Для общественно-бытовых зданий** в населенном пункте соответственно максимальные суточный и секундный расходы равны:

$$Q_{срмакс} = 10^{-3} \cdot n_0 \cdot N_0, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$q_{\text{макс}} = \frac{n_ч \cdot N_1}{3600}, \text{ л / с}$$

$n_0$  - норма расхода воды на единицу измерения в сутки максимального водоотведения, л;

$N_0$  - число единиц измерения за время работы объекта в сутки, например сухого белья в кг и т.

д.;

$n_ч$  - норма расхода воды в час максимального водоотведения, л.

$N_1$  - число единиц измерения в час.

Нормы расхода воды  $n_0$  и  $n_ч$  принимаются по СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Например, для бань при продолжительности их работы 12 ч в сутки  $n_0 = n_ч = 180$  л/чел., для

**Расход сточных вод от промышленного предприятия** определяется по сменам:

$$Q_{смср} = 10^{-3} (n_г \cdot N_г + n_х \cdot N_х) + 10^{-3} n_д \cdot N_c \cdot t_д + n_{пр} \cdot M, м^3.$$

$n_г$  и  $n_х$  - соответственно нормы водоотведения бытовых вод на одного человека в горячих и холодных цехах, л/смену ( $n_г = 45$  л/чел., и  $n_х = 25$  л/чел.)

$N_г$  и  $N_х$  - число работающих в смену соответственно в горячих и холодных цехах;

$n_д$  - норма водоотведения душевых вод от одной душевой сетки, л/ч (= 500 л/ч);

$N_c$  - число душевых сеток на предприятии;

$t_д$  - время работы душей после смены ( $t_д = 45$  мин. = 0,75 ч);

$n_{пр}$  - норма водоотведения на единицу продукции, м<sup>3</sup>;

$M$  - число единиц продукции, выпускаемой в смену.

**Максимальный секундный (расчетный) расход бытовых сточных вод на промышленном предприятии**

$$q_{прмакс} = \frac{n_г \cdot N'_г + n_х \cdot N'_х}{3600} + 0,2 N_c + \frac{Q_{см} \cdot K_ч \cdot 1000}{3600 T_{см}}, л/с$$

$N'_г$  и  $N'_х$  - максимальное число работающих в смену, чел.;

$Q_{см}$  - расход производственных вод в максимальную по производительности смену, л/смену;

$K_ч$  - коэффициент часовой неравномерности;

$T_{см}$  - продолжительность смены, ч.

# ОСНОВЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

## Расчетная схема канализационной сети

Для дальнейшего расчета канализационной сети составляется её **расчетная схема** на топографической карте с горизонталями через 0,5-1 м. Расчет ведётся, начиная с участков, наиболее удаленных от коллектора по потоку сточных вод.

При определении расчетных расходов водоотводящую сеть разбивают на расчетные участки.

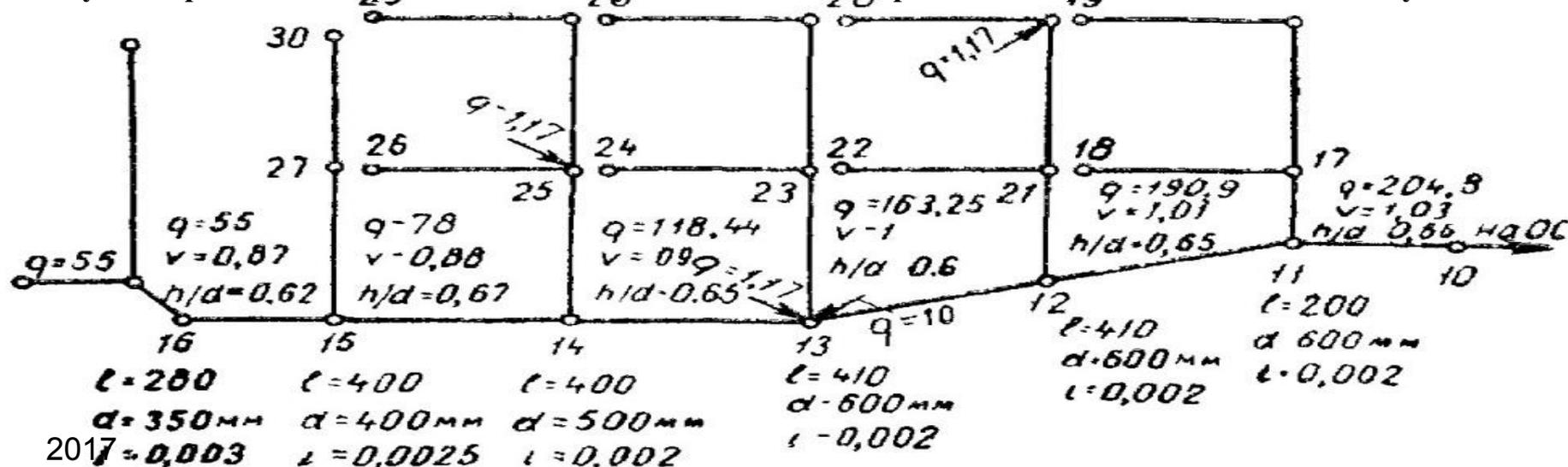
Расчетным участком сети называют трубопровод водоотводящей сети между двумя точками (колодцами), в котором расчетный расход и уклон  $i$  тр принимают постоянными, а движение жидкости – равномерным.

Длину расчетного участка принимают равной длине квартала или участка трубопровода от одного бокового присоединения до следующего.

Расчетный расход участка определяют как сумму расходов попутного, поступающего в расчетный участок от жилой застройки, расположенной по его длине; транзитного - от выше расположенных кварталов; бокового - от присоединяемых боковых линий; сосредоточенного, поступающего в расчетный участок от отдельных крупных водопотребителей (промышленные предприятия, бани, прачечные и т.д.).

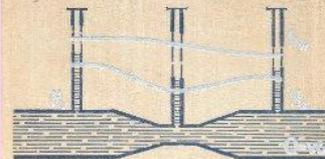
Попутный расход является переменным для рассматриваемого расчетного участка. Он возрастает от нуля в начале участка до полной своей величины в конце по мере присоединения дворовой и внутриквартальной сетей.

Попутный расход вышерасположенного участка является транзитным расходом для нижеследующего.



## Гидравлический расчет наружной канализационной сети

производится из условия своевременного и полного отведения расчетных расходов сточных вод при минимальных строительных и эксплуатационных затратах



### При гидравлическом расчете определяются:

- Диаметры труб, знание которых необходимо для конструирования сети;
- Уклоны, с которыми необходимо уложить трубы для отведения расчетного расхода со скоростями, обеспечивающими незасоряемость труб;
- Потери напора при движении сточных вод по трубам выбранного диаметра, необходимые для подбора канализационных насосов;
- Наполнение труб ( $h/d$ ) для пропуска расчетного расхода по сети, уложенной с определенными уклонами.

### Основные требования СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» к расчету канализационных сетей:

- Для предупреждения засорения и удобства быстрого его устранения установлены **минимальные диаметры труб**: для сетей, отводящих бытовые сточные воды – 150 мм; отводящих дождевые сточные воды из сетей общесплавной системы – 200 мм.
- Расчетное наполнение ( $h/d$ )** принимается в зависимости от диаметра труб: при  $d = 150-300$  мм – не более 0,6; при  $d = 350-450$  мм – не более 0,7; при  $d = 500-900$  мм – не более 0,75.
- При расчетном наполнении труб сети бытовой канализации **самоочищающие скорости** составляют: в трубах  $d = 150-250$  мм – 0,7 м/с;  $d = 300-400$  мм – 0,8 м/с;  $d = 450-500$  мм – 0,9 м/с;  $d = 600-800$  мм – 0,95 м/с.  
**Максимальные расчетные скорости** движения сточных вод по металлическим трубам не должны превышать 8 м/с, а по неметаллическим – 4 м/с.

- Минимальные уклоны труб** назначаются из условия обеспечения расчетных, самоочищающих скоростей движения сточных вод и при расчетном их наполнении принимаются: для труб  $d = 150$  мм – 0,007;  $d = 200$  мм – 0,005

Гидравлический расчет **напорных участков сети** сводится к определению диаметров труб и потерь напора при движении по ним сточных вод.

Расчет производится по тем же таблицам, что и для расчета самотечных сетей с учетом полного заполнения труб.

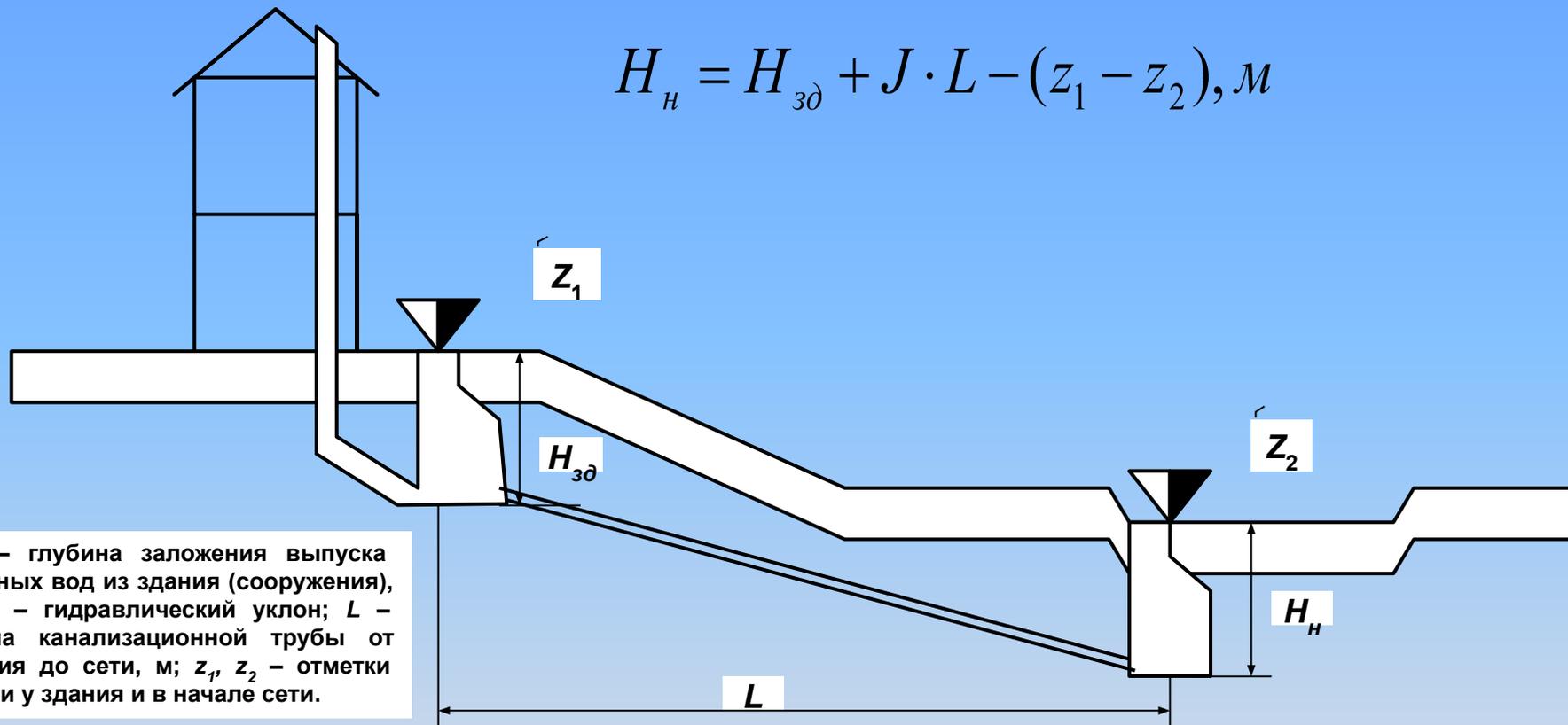
Потери напора на трение по длине определяются по формуле;

$$h_f = \zeta_f \frac{v^2}{2g} = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g},$$

где  $\zeta$  - коэффициент сопротивления на трение по длине потока;  $\lambda$  - коэффициент трения;  $L$  - длина прямолинейного участка трубы;  $d$  - внутренний диаметр трубы;  $v^2/(2g)$  - скоростной напор.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ УЛИЧНОЙ СЕТИ

$$H_n = H_{зд} + J \cdot L - (z_1 - z_2), \text{ м}$$



$H_{зд}$  – глубина заложения выпуска сточных вод из здания (сооружения), м;  $J$  – гидравлический уклон;  $L$  – длина канализационной трубы от здания до сети, м;  $z_1, z_2$  – отметки земли у здания и в начале сети.

**Минимальная глубина заложения лотка** (нижней кромки) канализационных труб назначается на основании опыта строительства и эксплуатации канализации в данном районе или аналогичных условиях.

При отсутствии указанных выше данных, нормами допускается принимать минимальную глубину заложения лотка трубы: при диаметре трубы до 500 мм – на 0,3 м, а при диаметре трубы более 500 мм – на 0,5 м **менее наибольшей глубины промерзания в районе строительства канализации.**

Для защиты труб от механических повреждений наземным транспортом **глубина заложения до верха трубы должна быть не менее 0,7 м.**

2017  
Трубопроводы, укладываемые на глубину 0,7 м и менее, считая от верха трубы, должны быть предохранены от промерзания и повреждения наземным транспортом.

В начале вычерчивают профиль поверхности земли по трассе коллектора. Затем на профиль наносят расчетные точки, определяют длину расчетных участков, начальное заглубление трубопровода и выявляют участки, диктующие глубину заложения коллектора. Одновременно на профиль наносят результаты вычислений  $d, l, q, \max c, V, h/d$  и указывают принятый материал труб.

На профиле должны быть детально отражены пересечения водных препятствий, шоссе и железных дорог, а также указано расположение по вертикали трубопроводов различных сетей и т.д.

Стоимость и сроки строительства водоотводящей сети определяет глубина заложения трубопроводов, которую принимают по возможности минимальной, учитывая следующие требования: защиту труб от механических повреждений; предохранение сточных вод в трубопроводах от замерзания; обеспечение возможности присоединения внутриквартальной сети от уличной.

В южных районах страны минимальную глубину заложения выпусков из здания принимают 0,7 м до верха трубы, что обеспечивает водоотведение от приемников, расположенных на первом этаже на уровне поверхности земли. Кроме того, указанная глубина достаточна и для предохранения труб от воздействия статических и динамических нагрузок.

В северных районах глубину заложения домовых выпусков определяют из условий глубины промерзания грунта: при диаметре труб до 500 мм на 0,3 м, а при больших диаметрах - на 0,5 м менее наибольшей глубины промерзания грунта,

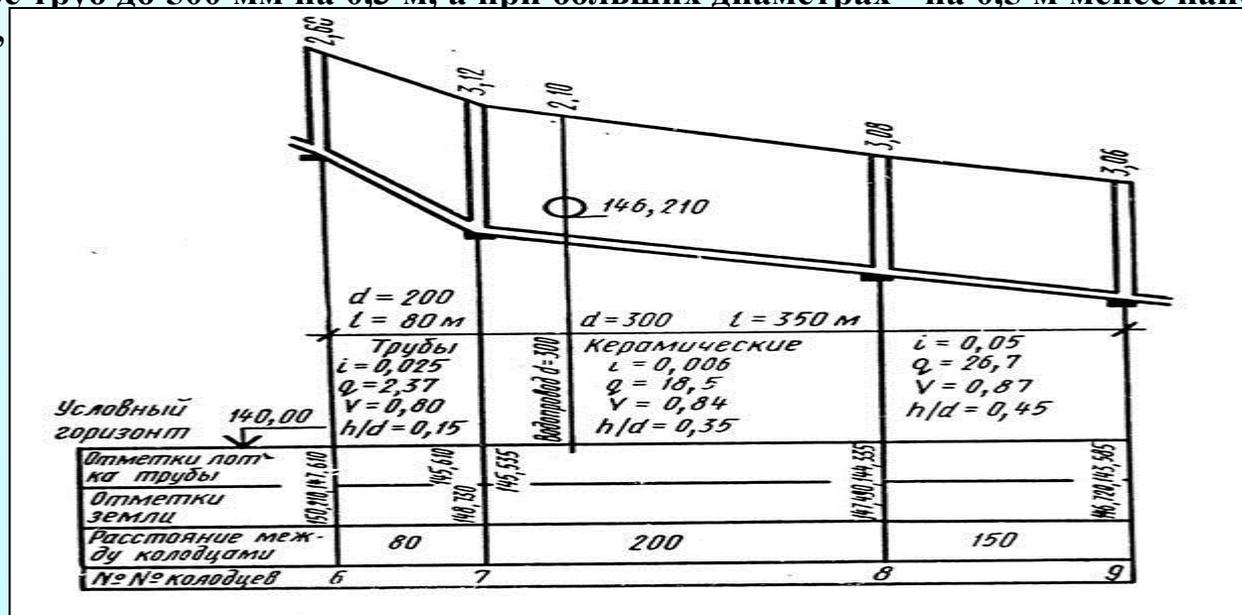


Рис. 8. Продольный профиль коллектора

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА



## Основная

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания. Место доступа	Используется при изучении разделов
1	2	3	4	5
1	Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. Учебник.	Дикаревский В.С., Якубчик П.П. и др.	2009, М.: «Вариант». Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр.21-36] Раздел 2: стр.2 61-271, 274-281
2	Системы водоснабжения. Водоочистные сооружения. Учебное пособие.	Кузьминский Р.А.	2015, М.: МИИТ РОАТ. Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр. 36-250

## Дополнительная

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания. Место доступа	Используется при изучении разделов
1	2	3	4	5
3	Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте.	Дикаревский В.С.	1999, М.: Транспорт. Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр. 3-36; 54-94; Раздел 2: стр.155-285;
4	СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.		1985, М.: Стройиздат. Библиотека РОАТ.	Раздел 1
5	СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения.		1986, М.: Стройиздат. Библиотека РОАТ.	Раздел 2
6	Водоснабжение и санитарная техника.		Журнал. Библиотека РОАТ.	Разделы 1, 2: все номера



Спасибо за внимание  
Спасибо за внимание